انتشارات چرتکه

چاپ دوم

فارست. ام. میمز

...الکترونیک

خیلی هم مشکل نیست!

مترجم:
سَروین هنربخش



چاپ دوم

فارست. ام. میمز

... الکترونیک
خیلی هم مشکل نیست!

مترجم:
سَروین هنربخش

www.iqra.ahlamontada.com

سرشناسه : میمز، فارست ام.۱۹۴۴ - م.
Mims, Forrest M.
عنوان و نام پدیدآور : ... الکترونیک خیلی هم مشکل نیست!/ فارست.ام. میمز ؛ مترجم سروین هنربخش.
مشخصات نشر : تهران: چرتکه، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری : ۲۲۴ ص.: مصور.
شابک : ۵۰۰۰۰ ریال: 978-964-6463-47-9
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: Getting started in electronics, c۲۰۰۲., ۳rd ed
یادداشت : چاپ دوم: ۱۳۹۱ (فیپا).
موضوع : الکترونیک -- به‌زبان ساده
شناسه افزوده : هنربخش، سروین، ۱۳۶۷ -، مترجم
رده بندی کنگره : ۱۳۸۹ ۷الف۹م/TK۷۸۲۵
رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۸۱
شماره کتابشناسی ملی : ۲۲۰۷۸۰۴

انتشارات چرتکه

نام کتاب: ... الکترونیک خیلی هم مشکل نیست !
ناشر : انتشارات چرتکه
مؤلف : فارست . ام . میمز
مترجم : سَروین هنربخش
صفحه‌آرایی : هفت رنگ گرافیک (امیر میکائیل‌زاده)
لیتوگرافی : راپیدگرافیک
نوبت چاپ : دوم ـ تابستان ۱۳۹۱
چاپ : جام طلایی
صحافی : کیمیا
ناظر فنی چاپ : محسن پورحسین
تیراژ : ۶۰۰ جلد
شابک : ۹-۴۷-۶۴۶۳-۹۶۴-۹۷۸

www.chortkehbooks.com

مراکز پخش:

۱ـ تهران، میدان انقلاب، ابتدای جمالزاده جنوبی، کوچه جهانگرد، شماره ۱۳، نشر آترا ـ تلفن: ۶۶۹۲۲۰۸۲
۲ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، ابتدای خیابان ۱۲ فروردین، پلاک ۳۲۴، کتابفروشی هنر ـ تلفن: ۶۶۴۹۲۲۴۲
۳ـ تهران، خیابان انقلاب، روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران، ساختمان جیبی، پلاک ۱۳۳۲، کتابفروشی عصر دانش ـ تلفن: ۶۶۹۷۱۲۵۱

این کتاب ترجمه‌ای است از:

GETTING STARTED IN ELECTRONICS

BY

FORREST M. MIMS III

Published for Forrest M. Mims III by:
MASTER PUBLISHING, INC.
6019 W. Howard St.
Niles, IL 60714
847-763-0916 (voice)
847-763-0918 (fax)
masterpubl@aol.com (e-mail)

Visit Master Publishing
on the Internet at:
www.masterpublishing.com

First edition: Fifteen printings
Second edition: First printing–1998
Third edition: Second printing–2003
Third edition: Third printing–2006
Fourth edition: Fourth printing–2007
Fourth edition: Fifth printing–2008
Fourth edition: Sixth printing–2009
Fourth edition: Seventh printing–2009

مسئولیت صحت برگردان فارسی، به عهده‌ی مترجم است.

پیشگفتار مترجم

کتابی که پیش روی خوانندهٔ فارسی زبان است، اولین بار، در سال ۱۹۸۳ و به صورت دست‌نویس، توسط نویسنده و محقق آمریکایی، فارست. ام . میمز III، منتشر گردید.

بین ویراست اول و دوم که در سال ۱۹۹۸ به طبع رسید، ویراست اول کتاب، ۱۵ بار چاپ مجدد گردید. در فاصله سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۶، ویراست سوم، سه بار و از ۲۰۰۷ که ویراست چهارم یعنی اثر حاضر روانه بازار کتاب گردید، هفت بار تجدید چاپ شد. به نظر می‌رسد که تاریخچه و اعداد و ارقام ذکر شدهٔ بالا، گویای انگیزه مترجم برای برگرداندن آن به زبان فارسی بوده باشند.

کتاب که در ۹ فصل یا بهتر بگوئیم، ۸ فصل تدوین گردیده، از ابتدائی‌ترین اصول الکترونیک آغاز شده و به صورت بسیار خلاصه و گذرا، خواننده مبتدی و علاقمند را تا مبانی اولیه مدارهای منطقی با خود به همراه می‌برد. فصل نهم و پایانی کتاب، به ارائه مدارات طراحی و آزمایش شده توسط مؤلف اختصاص داده شده است. مدارات مزبور با وجود آنکه بسیار ساده هستند در عین حال، هر کدام نکات و پیام‌های خاصی را به همراه دارند.

روند طرح مطالب کتاب طوری است که برای افراد عادی که به شکل حرفه‌ای با علم الکترونیک سر و کار ندارند نیز قابل فهم و درک می‌باشد. تنها توصیه مترجم به خوانندگان این است که با توجه به فراوانی و معقول بودن قیمت قطعات الکترونیک، هم زمان با مطالعه هر فصل یا خصوصیات هر قطعه، با مراجعه به مدارات معرفی شدهٔ مربوطه در فصل نهم، انجام کار عملی را فراموش نکنند. همان‌طوری که بالاتر هم اشاره شد، نگاه این کتاب به قطعات و کاربردها، سطحی و مختصر است و در واقع آن را می‌توان نقطه آغاز یا سکوی پرشی برای کند و کاو و مطالعه بیشتر در کتاب‌های وزین‌تر دانست.

مترجم با وجود آنکه مطمئن نیست ولی امیدوار است که با انتخاب واژه‌ها و معادل‌های فارسی مصطلح، توانسته باشد، آن را از جرگهٔ کتاب‌های تخصصی و ثقیل متمایز کرده و علاقمندان و بخصوص دانش‌آموزان و هنرجویان رشته‌های فنی را به مطالعه سایر کتاب‌های ذیربط هدایت و به بیان دیگر، خشت اول ورود آنها به دنیای جالب و پر رمز و راز الکترونیک را پایه‌گذاری کرده باشد.

در خاتمه و به بهانه ابراز کمترین مراتب قدرشناسی، برگرداننده اثر وظیفه خود می‌داند از آموزگاران، دبیران و استادانی که امکان ارائه این کتاب را برای وی ممکن ساخته‌اند سپاسگزاری

کرده و همچنین از سر کار خانم محبوبه خرم‌نیک که دست نوشته نه چندان زیبای حقیر را به زیور حروفچینی آراستند و آقای امیر میکائیل زاده که بـا حوصله وصف نکردنی صفحه آرایی کتاب را تقبل نمودند و خصوصا آقای محسـن پور حسین که در سراسر مراحل فنی اجرای این اثر، نهایت دلسوزی، سلیقه و دقت نظر را معمول فرمودند، تشکر نماید.

و کلام آخر اینکه، مترجم از نظریات انتقادی و اصلاحی خوانندگان و اهل فن اسـتقبال کرده و امیدوار اسـت به یاری آنها در چاپ‌های بعدی، نمونهٔ کم غلط‌تری را در اختیار علاقمندان قرار دهد.

سَروین هنربخش
تهران - ۱۳۸۹

فهرست

☺ فصل سوم

☺ فصل چهارم

فصل پنجم

فصل ششم

فصل هفتم

فصل هشتم

فصل نهم

برخی از واژه‌های انگلیسی کتاب و معادل فارسی آنها

ضمائم

فهرست الفبایی مدارات



این کتاب جهت سرگرم‌سازی و در عین حال تعالی فکری خوانندهٔ آن، تدوین شده است. با وجود آنکه مؤسسه RADIO SHACK و مؤلف، هر دو نهایت دقت و کوشش خود را در ارائه آن مبذول داشته‌اند، ولی هیچ‌یک مسئولیت عواقب ناشی از خطاها، از قلم افتادگی‌ها و یا مناسب بودن محتویات کتاب در رابطه با کاربردهای گوناگون را به عهده نمی‌گیرند. خسارات ناشی از استفاده از اطلاعات داده شده در کتاب نیز به عهده ناشر و مؤلف نخواهد بود. در صورتی که از مدارات داده شده در کتاب استفاده کرده و آنها را ساخته یا حتی به فروش برسانید، مسئولیت پاسخگویی به مؤسسات و اشخاص ذیربط در رابطه با حقوق ثبت و اختراع به عهده خودتان خواهد بود.

⚠ **احتیاط: این کتاب شامل مراجع گوناگونی در ارتباط با ایمنی برق می‌باشد که حتماً باید مراعات شوند. به خصوص در مورد کودکان و در رابطه با کار آنها با مدارات الکترونیکی که با برق شهر تغذیه می‌شوند و همچنین کار با هویه، حتماً نظارت دقیق لازم است.**

به جهت پرسش‌های زیادی که از طرف خوانندگان به مؤلف و ناشر ارائه شده، پاسخگوئی و ارائه اطلاعات بیشتر غیرممکن به نظر می‌رسد(از قبیل: طراحی مدارات مورد نیاز، مشاوره‌های فنی، کمک در عیب‌یابی و بسیاری موارد دیگر). با وجودی که قادر به پاسخگویی به فرد فرد اشخاص نیستیم، ولی از دریافت نظریات، انتقادات و پیشنهادات شما خوشحال خواهیم شد.

پیشاپیش از کسانی که این کار را کرده‌اند سپاسگزاری می‌نمائیم. ولی فقط به خاطر داشته باشید که پاسخگوئی جداگانه به فرد فرد شما مقدور نمی‌باشد.

ورود به دنیای الکترونیک

به دنیای الکترونیک خوش آمدید، یکی از زمینه‌های با فن‌آوری پیشرفته امروزی که سرعت رشـد خارق‌العـاده‌ای دارد. این علم عـلاوه بر حالت آموزشـی، می‌تواند یک سـرگرمی مفید هم محسوب شود. این کتاب، شما را از الکتریسیته ساکن تا الکترونیک نیمه‌هادی‌ها همراهی خواهد کرد. در این راه، به بررسی الکتریسیته، قطعات الکترونیک و مدارات مجتمع (آی‌سی‌ها) خواهیم پرداخت. فصول ۳ تا ۷ به شما نشان می‌دهند که چگونه قطعات الکترونیکی قادر به ابداع و ساخت مدارات الکترونیک می‌گردند. در فصل ۹، ۱۰۰ مداری که خود، شخصاً ساخته و آزمایش کرده‌ام، ارائه می‌شـوند. هر جا که لازم بوده، خواننده به صفحات دیگری ارجاع داده شـده تا از اطلاعات محل مزبور، اسـتفاده لازم را ببرد (شـبیه نمونه‌های عملی مدارهای داده شـده در فصول ۳ و ۷). امیدوارم این کتاب را مفید، آموزشی و به خصوص سرگرم کننده بیابید!

فارست. ام . میمز

☐ گامی فراتر در الکترونیک

امیدوارم این کتاب شـما را تا رسـیدن به افق‌های دورتری در الکترونیک، تشویق کند. در این راه می‌توانید با ساخت بسیاری از مداراتی که در دیگر کتاب‌هایم عرضه کرده‌ام، دانش خود را ارتقاء بخشید. همچنین از مطالعه مجلات الکترونیک غافل نشوید. فراموش نکنید که ساختن، آزمایش کردن و به کار بردن مدارات الکترونیک، بسـیار بهتر از خواندن صِرف آنهاسـت. بنابراین مطمئن شوید که تا جائی که مقدور بوده، از مدارات این کتاب استفاده کرده و آنها را ساخته‌اید. و اما در باره سـؤالات؟ اگر در مورد الکترونیک جدی باشـید، مطالعه این کتاب سؤالات زیادی را در ذهن شما متبادر خواهد سـاخت. پاسخ بسـیاری از آنها را می‌توانید در سایر تألیفات من و یا دیگر کتاب‌های مفید الکترونیک سایر ناشرین بیابید. به هر کتابخانه‌ای که سر می‌زنید مطمئن شوید که کتاب‌هائی را که در زمینه الکترونیک موجود است، دیده‌اید. و بالاخره، اخبار و تازه‌های الکترونیک را که در مجلات و اینترنت منتشر می‌شوند، از یاد نبرید.

☐ یک تذکر ویژه به خواننده

این کتاب که اولین چاپ آن در سال ۱۹۸۳ منتشر شده، به بسیاری از دانش‌آموزان در کسب جوایز مربوط به پروژه‌های علمی کمک‌های شایانی نموده است. بسیاری از معلمان، قسمت‌هائی از این کتاب را به عنوان مرجع درس خود، برگزیده‌اند. گروهی دیگر آن را به عنوان کتاب اصلی درس «اصول الکترونیک» انتخاب کرده‌اند. با وجود قطعات و «بِرد_بُرد» که این روزها در بازار به وفور یافت می‌شوند، شما و شاگردان‌تان باید قادر به ساخت و سرهم کردن همه مدارات ارائه شده در فصل ۹ (یکصد مدار الکترونیکی) باشید.

فصل اول

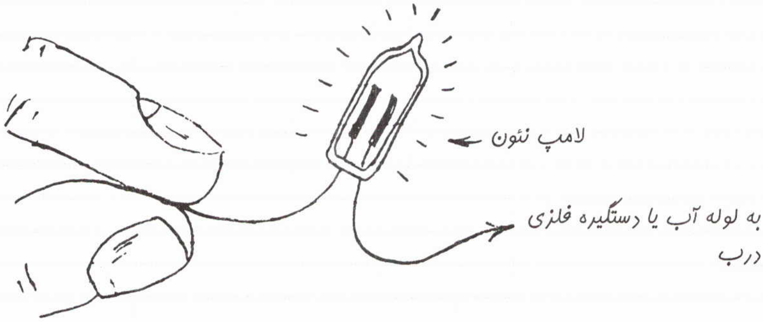
الکتریسیته

تنها تفاوت میان صاعقه یا جرقه ایجاد شـده در زمان رعد و برق و جرقه‌ای که بین انگشـتان شما و دستگیره درب، در یک روز خشک ایجاد می‌شود، مقدار آن است. هر دو الکتریسیته هستند. اولین‌بار، بنجامین فرانکلین[1]، این پدیده را با کایت معروف خود، تجربه کرد.

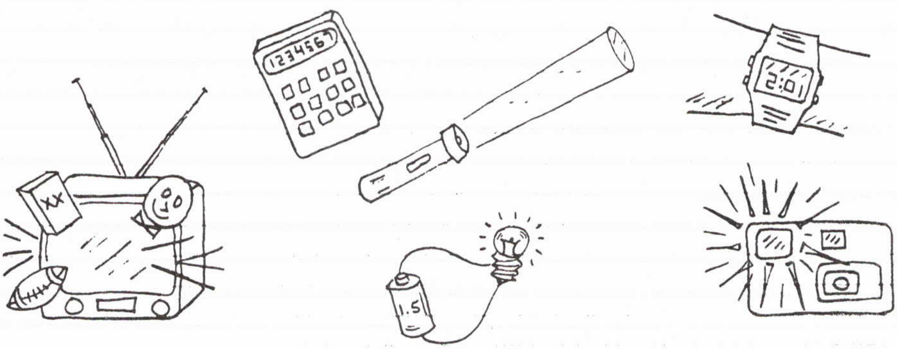


(1) Benjamin Franklin (۱۷۰۶_۱۷۹۰)

یک راه ساده و بی‌خطر برای دیدن الکتریسیته این است که یک سرسیم یک لامپ نئون را در دست بگیرید و با کفش‌های با کف تخت خود، قدری بر روی یک فرش راه بروید و سپس سر سیم دیگر لامپ را به یک قطعه فلزی، متصل نمائید. اگر رطوبت نسبی زیاد نباشد، لامپ، چشمکی خواهد زد.



البته شما نمی‌توانید الکتریسیته رامشاهده کنید. شما اثر آن را بر روی هوا و لامپ نئون خواهید دید. در زیر برخی از وسائل و دستگاه‌هائی که با بهره‌گیری از نیروی برق اختراع و ابداع شده‌اند را ملاحظه می‌کنید:



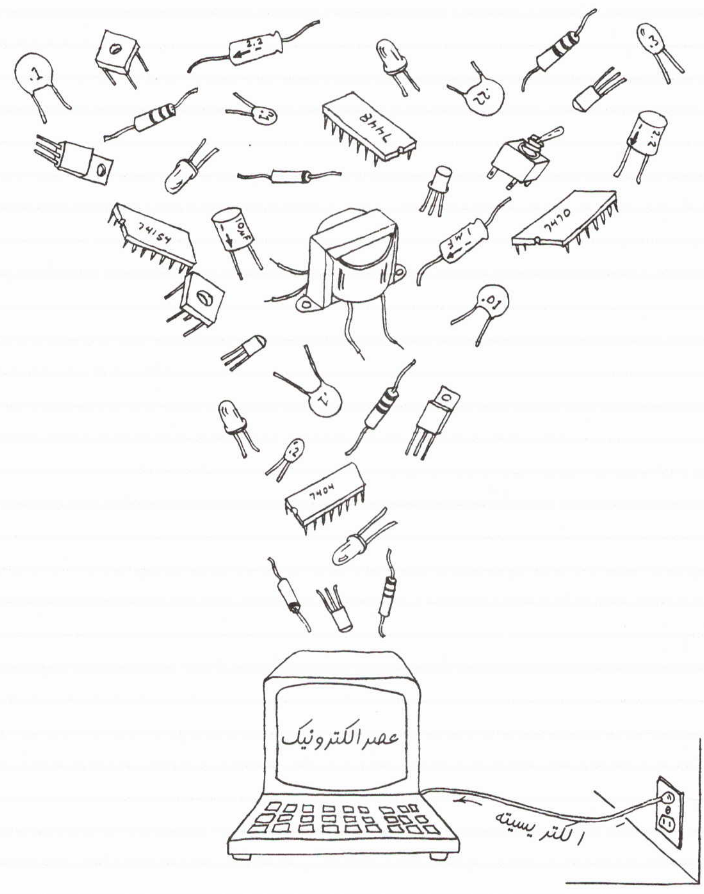
کاربرد الکتریسیته در عمل

همهٔ مواد، خواص الکتریکی دارند. به همین دلیل است که دانشمندان در طی چند قرن گذشته، قادر به اختراع صدها ابزار و وسیله‌ای شده‌اند که الکتریسیته را تولید، ذخیره، کنترل و تغییر وضعیت می‌دهند. این قطعات و وسائل ما را به عصر و زمانه الکترونیک هدایت می‌کنند...

اگر مایلید کار با قطعات و مدارات الکترونیک را آغاز کنید، به فصل دوم مراجعه نمائید. اگر وقت

دارید، مطالعهٔ بقیه مطالب این فصل را از یاد نبرید. با مطالعه بقیه مندرجات این فصل، حقایق اساسی در مورد الکتریسیته را خواهید آموخت که می‌تواند زیربنای خوبی برای یادگیری‌های بعدی‌تان باشید. به علاوه در خواهید یافت که چگونه می‌توان با مواد و اجسام معمولی موجود در خانه، الکتریسیته را تولید و آشکار ساخت.

در صفحات بعدی خواهید دید که این‌ها و سایر قطعات الکترونیک، چگونه کار می‌کنند. و به علاوه خواهید آموخت که از آنها به چه صورتی در مدارات عملی الکترونیکی بهره بگیرید. در مداراتی مثل: فلاشر نوری (چشمک زن)، تایمر (زمان‌سنج)، آمپلی‌فایر (تقویت کننده)، مدارات منطقی دیجیتال، منابع تغذیه، مولدهای صدا و بسیاری مدارات گوناگون دیگر.

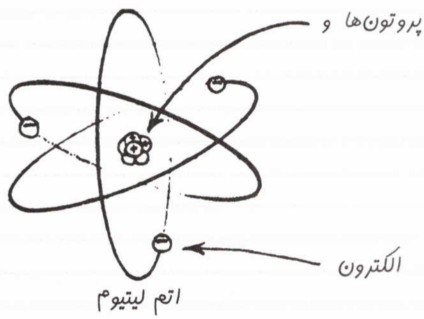


پس از اتمام این کتاب شما قادر به شناسایی و استفاده کردن از همه قطعات معرفی شده در این صفحه خواهید بود! این‌ها شامل: ترانس (ترانسفورماتور)، دیودها، مقاومت‌ها، خازن‌ها، دیودهای زنر، ترانزیستورها، رگولاتورهای ولتاژ، مدارات مجتمع (آی‌سی‌ها) و بسیاری قطعات دیگر می‌باشند.

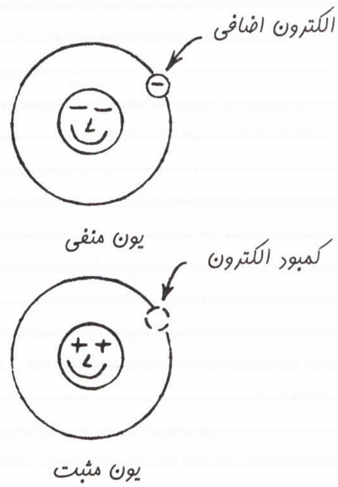
نگاهی به اصول

الکتریسیته، یکی از اجزاء اصلی یک ماده است. بهترین راه شناخت ماهیت الکتریسیته، آزمایش کوچکترین جزء هر ماده، یعنی اتم می‌باشد.

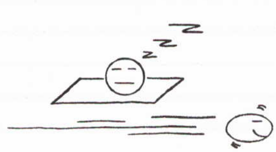
این یک اتم لیتیوم است. سومین اتم ساده بعد از هیدروژن و هلیوم. اتم لیتیوم سه الکترون دارد که به دور هسته‌ای که ۳ پروتون و ۴ نوترون دارد، می‌گردند.



⊖ الکترون‌ها بار الکتریکی منفی دارند.
⊕ پروتون‌ها بار الکتریکی مثبت دارند.
○ نوترون‌ها هیچ بار الکتریکی ندارند.

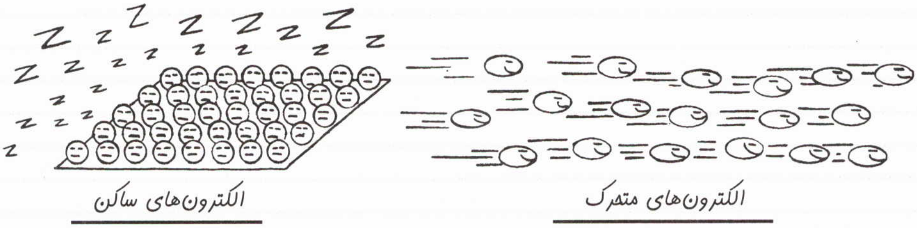


□ **یون‌ها** ـ معمولاً یک اتم به تعداد مساوی الکترون و پروتون دارد. اگر این گونه باشد، اتم، هیچ بار الکتریکی خالصی نخواهد داشت. در بسیاری از اتم‌ها، این امکان که بتوان یک یا چند الکترون را از جای خود خارج کرد، وجود دارد. با انجام این عمل، اتم، یک بار خالص مثبت پیدا کرده و یک یون مثبت نامیده می‌شود. اگر یک الکترون سرگردان با یک اتم معمولی ترکیب شود، اتم یک بار خالص منفی پیدا کرده و یون منفی نامیده می‌شود.



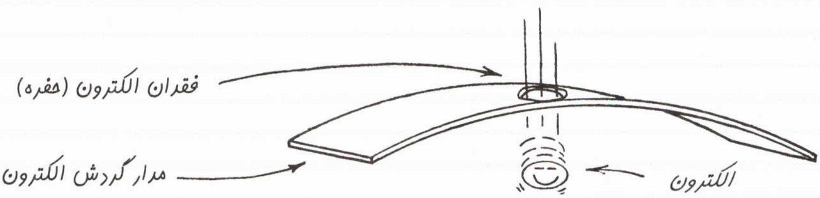
□ **الکترون‌ها** ـ الکترون‌های آزاد می‌توانند از فلزات، گازها و خلاء با سرعت زیاد عبور کنند و یا بر روی یک سطح به حال سکون آرام گیرند.

چند نکته دیگر دربارهٔ الکترون‌های آزاد ـ میلیاردها الکترون می‌توانند بر روی یک سطح ساکن شده یا با سرعتی نزدیک به سرعت نور (۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه) از فضا یا ماده عبور کنند.

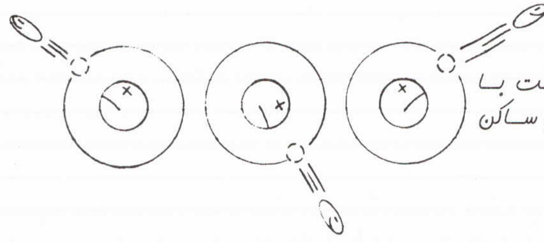


الکترون‌های ساکن ـ گروهی از الکترون‌های منفی موجود بر روی یک سطح هستند که باعث می‌شوند، سطح یاد شده بار منفی پیدا کند. از آنجائی که الکترون‌های مورد بحث در حال حرکت نیستند، می‌گویند سطح مزبور دارای بار الکتریکی ساکن منفی است.

الکترون‌های متحرک ـ موجی از الکترون‌ها متحرک، یک جریان الکتریکی نامیده می‌شوند. اگر الکترون‌های ساکن، در نزدیکی خوشه‌ای از یون‌های مثبت واقع شوند، به سرعت باعث ایجاد یک جریان الکتریکی می‌گردند. یون‌هائی که بار مثبت پیدا کرده‌اند، الکترون‌هائی را که برای پر کردن حفره‌های باقیمانده ناشی از فقدان الکترون‌ها به سمت فضاهای خالی مزبور یورش می‌برند، جذب می‌کنند.



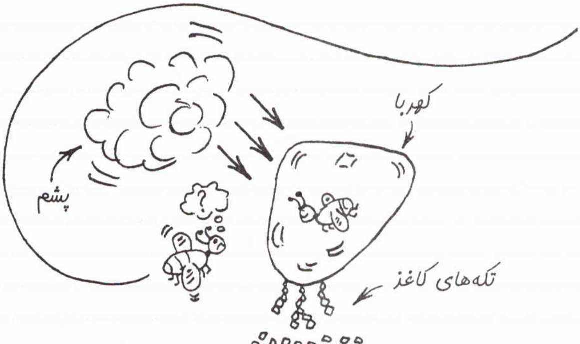
فقدان الکترون‌ها ـ اصطکاک مکانیکی، نور، گرما یا فعل و انفعالات شیمیائی، می‌توانند باعث حرکت الکترون‌ها از یک سطح به جای دیگر شوند. این عمل باعث پیدا شدن بار مثبت در صفحه مزبور می‌شود. از آن جائی که این اتم‌های با بار مثبت، در حال سکون هستند، می‌توان مدعی شد که صفحه یاد شده دارای بار الکتریکی ساکن مثبت است.



الکتریسیته ساکن

هر بار که روی فرش راه می‌روید، از دور یک حلقه نوارچسب، قدری باز می‌کنید، لباستان را در می‌آورید یا لباس‌های خشک شده را از یک ماشین خشک‌کن، بیرون می‌کشید، الکتریسیته ساکن تولید می‌کنید. بیشتر اوقات حتی وجود آن را احساس نمی‌کنید مگر اینکه هوا خشک باشد و بار الکتریکی به طور ناگهانی و به صورت یک جرقه کوچک، خود را نمایانده و راهی مأوای جدیدی شود. این بارهای الکتریکی، در اثر مالش‌های مکانیکی، ایجاد می‌گردند. کشف الکتریسیته ساکن به ۶۰۰ سال پیش از میلاد مسیح برمی‌گردد که یونانی‌ها با مالیدن کهربا و پشم به یکدیگر، پی به وجود آن بردند.

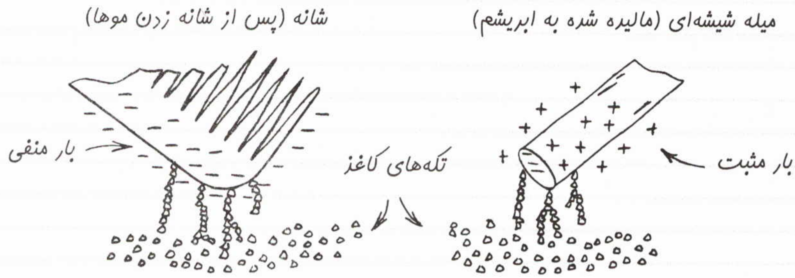
□ **کهربا ـ** در روزگاران بسیار دور، شیره‌ای که از تنهٔ درختان جاری می‌شد و به صورت غده‌های شفافی در می‌آمد، فرو افتاده و در زمین دفع می‌شد. بعضی اوقات، قبل از اینکه این ماده سخت شده و به صورت کهربا درآید، شیره چسبناک مزبور، برخی از مواد گیاهی، حشرات و حتی قطرات آب را در زیر خاک مدفون می‌ساخت. یک جور پلاستیک ریختگی طبیعی که کهربا نامیده می‌شود، به سادگی و با مالش دادن، برق‌دار می‌شود. پلاستیک مزبور، سپس قادر به جذب تکه‌های کاغذ خواهد بود.



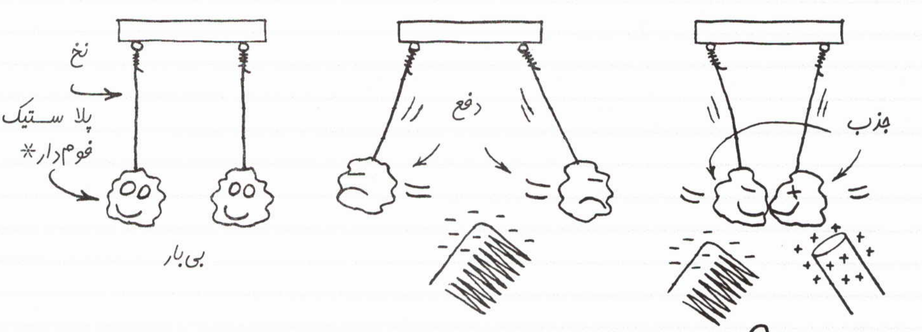
یک حقیقت مسلم: بعد از اینکه یونانی‌ها، کهربا را شناختند، الکترون به این نام موسوم گردید.

□ **شیشه و پلاستیک برق‌دار** ـ وقتی در یک روز خشک، موهای خود را شانه می‌زنید، در واقع الکترون‌ها را از موی سر خود به شانه منتقل می‌سازید. با مالیدن یک میله شیشه‌ای به یک تکه ابریشم یا الیاف مصنوعی یک قلم موی نقاشی، در واقع الکترون‌های موجود در روی شیشه را جابجا می‌کنید. شانه‌ای که بار منفی پیدا کرده یا شیشه‌ای که صاحب بار مثبت شده، هر دو، شبیه کهربا، قادر به جذب تکه‌های کاغذ خواهند بود.

بسیاری از مواد را می‌توان با مالیدن آنها به: پوست خز، پشم و چیزهائی از این دست، باردار یا برق‌دار کرد. در مورد فلزات چطور؟ جواب منفی است. بار داده شده، به هدر می‌رود.



□ **بارهای همنام و غیرهمنام** ـ چگونه می‌فهمیم که شانه و میله شیشه‌ای، بارهای مخالف دارند؟ یک قانون اساسی الکتریسیته این است که: ***بارهای همنام یکدیگر را دفع و بارهای غیرهمنام، همدیگر را جذب می‌کنند.*** در زیر آزمایشی نشان داده شده که قانون بالا را ثابت کرده و سؤال را پاسخ می‌دهد:

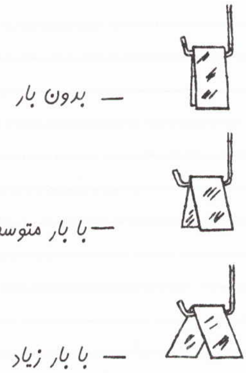




** از پلاستیک‌های فوم‌دار که در صنایع بسته‌بندی و ضربه‌گیر به کار می‌روند استفاده کنید.*
به خاطر بسپارید که: بارهای غیرهمنام یکدیگر را جذب و بارهای همنام همدیگر را دفع می‌کنند.

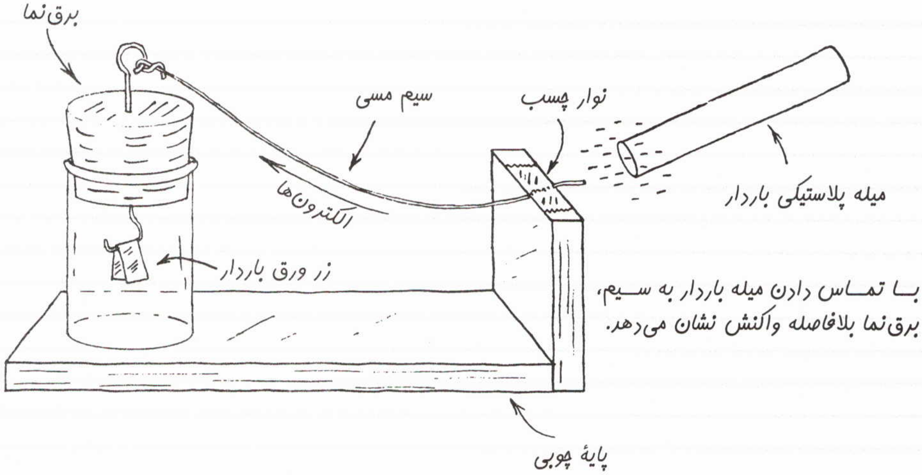
الکتروسکوپ یا برق‌نما ـ اولین وسیله‌ای که برای آشکارسازی و اندازه‌گیری الکتریسیته ساکن ابداع گردید، الکتروسکوپ یا برق‌نما نام دارد. به سادگی می‌توانید یک نمونهٔ آن را برای خودتان بسازید.

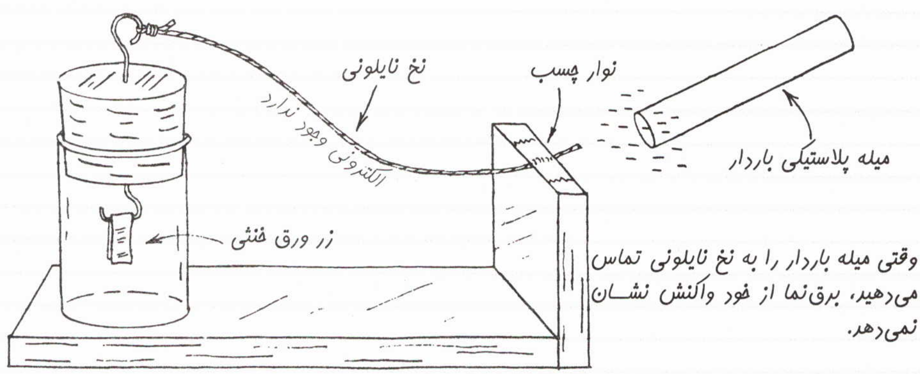




مطمئن شوید که ورقه فلزی تا شده، تمیز و خشک است. وقتی یک جسم باردار را به میله مسی تماس می‌دهید، دو نیمهٔ ورقهٔ فلزی داخل بطری، بار همنام دریافت کرده و بنابراین از یکدیگر دور می‌شوند.

هادی‌ها و عایق‌ها ـ می‌توانید از برق‌نمای ساخت خودتان، برای اثبات اینکه الکترون‌ها، قابلیت عبور از برخی از مواد را دارند، استفاده کنید. برخی مواد نه همه آنها!





☺ **راهنمائی: این کار را در یک روز خشک انجام دهید. چرا؟ برای اینکه الکترون‌ها در یک روز مرطوب از فضای نمناک واقع در برق‌نمای شما به سرعت تراوش کرده و به هدر می‌روند.**

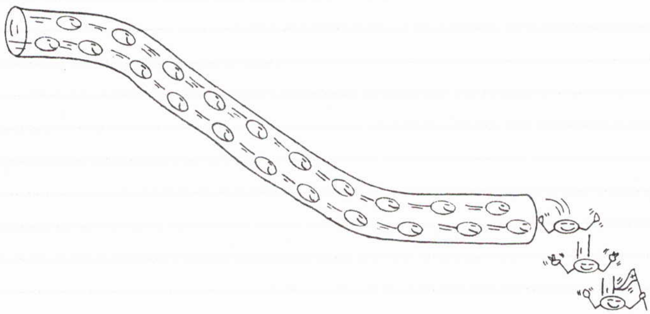
آزمایش بالا نشان می‌دهد که الکترون‌ها از میان برخی از مواد عبور کرده و از گذشتن از بعضی دیگر عاجزند. موادی که الکترون‌ها به زحمت از آنها عبور کرده و یا کلاً از گذشتن از آنها عاجزند، عایق‌ها نامیده می‌شوند.

❋ **هادی‌ها شامل: نقره، طلا، آهن، مس و غیره می‌باشند.**

❋ **عایق‌ها شامل: شیشه، پلاستیک، لاستیک، چوب و غیره هستند.**

جریان الکتریکی

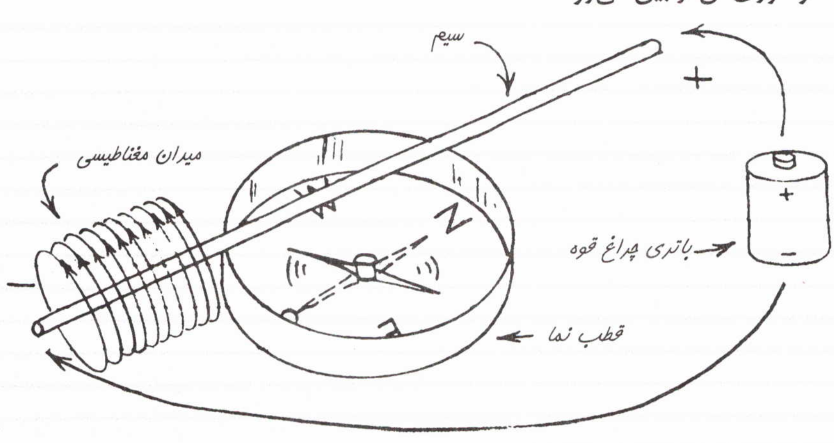
نمایش صفحه قبل در مورد هادی‌ها و عایق‌ها، به دو نکته مهم دیگر اشاره دارد:



۱ـ یک بار ساکن نیز قادر به عبور از یک هادی بوده و به عنوان یک جریان الکتریکی شناخته می‌شود. بار مزبور پس از رسیدن به صفحات فلزی برق‌نما، مجدداً حالت سکون خود را باز یافته و بر روی صفحات یاد شده آرام می‌گیرد.

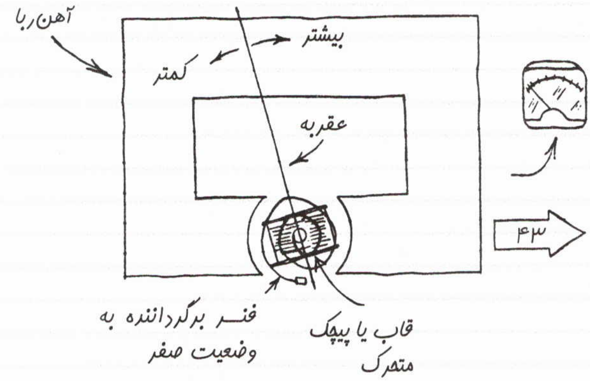
۲ـ جریان الکتریکی از یک منطقهٔ با بار یا پتانسیل زیاد به ناحیه‌ای با پتانسیل کمتر جاری می‌گردد.

ارتباط مغناطیسی ـ عبور جریان از یک سیم، در اطراف آن، یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند. میدان مزبور، قابل رؤیت نیست ولی اثر آن را می‌توانید مشاهده نمائید. یک قطب‌نما را طوری قرار دهید که عقربه آن به سمت شمال (N) بایستد. یک سیم مسی را در بالای قطب نما و به موازات عقربه آن قرار دهید. سپس به کمک دو رشته سیم، یک باتری چراغ قوه را به دو سر سیم واقع در بالای قطب‌نما، اتصال دهید. ملاحظه خواهید کرد که عقربه از وضعیت «شمالی ـ جنوبی» خود منحرف می‌شود. برای دیدن نتیجه آزمایش، زمان زیادی لازم نیست و بلافاصله پس از رؤیت انحراف عقربه، اتصال سیم‌ها به باتری را قطع کنید چون در غیر این صورت باتری گرم شده و انرژی آن از بین می‌رود.



اندازه‌گیری جریان الکتریسیته

حرکت فیزیکی یا مکانیکی عقربه مغناطیسی یک قطب‌نما، در یک میدان مغناطیسی، یک راه ساده برای اندازه‌گیری میزان جریان جاری در یک سیم را پیش پای ما می‌گذارد. این، در واقع اصول کار جریان‌سنج‌های با قاب متحرک است که در مالتی‌مترهای آنالوگ (اهم‌مترهای عقربه‌ای) از آن استفاده می‌شود. برای بالا بردن میزان حساسیت، سیم استفاده شده به صورت یک سیم‌پیچ یا پیچک، پیچیده می‌شود.



الکتریسیته با جریان مستقیم (DC)

یک جریان الکتریکی، قادر به عبور از یک هادی در هر دو جهت می‌باشد. اگر جریان عبور الکتریسیته، چه به صورت یکنواخت و چه به صورت ضربانی، فقط در یک جهت باشد، به آن جریان مستقیم یا (DC) گفته می‌شود. قابلیت مشخص کردن میزان و قدرت جریان مستقیم بسیار مهم است. اصطلاحات کلیدی ذیربط به شرح زیر می‌باشند:

جریان (I) . جریان، مقدار الکترون‌های عبور کرده از یک نقطه مدار می‌باشد. واحد جریان، آمپر است. اگر از یک نقطه مشخص مدار، در هر ثانیه، ۶۲۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ (یا $۶/۲۸ \times ۱۰^{۱۸}$) الکترون عبور کند، می‌گوئیم جریان جاری در مدار، یک آمپر است.

ولت (V یا E). فشار یا نیروی الکتریکی، ولت نامیده می‌شود. بعضی اوقات، به ولت، پتانسیل هم می‌گویند. اختلاف ولتاژ بین دو انتهای یک هادی، که جریان در آن جاری است، افت ولتاژ نامیده می‌شود. اگر جریان الکتریکی را با آب جاری در یک لوله مقایسه کنیم، در این صورت می‌توان ولتاژ را به فشار آب تشبیه کرد.

توان (P). کار انجام شده به وسیله یک جریان الکتریکی، توان نام دارد. واحد توان، وات است. توان یک جریان مستقیم، مساوی حاصلضرب ولتاژ در مقدار جریان است.

◻ **مقاومت (R).** هادی‌ها، صددرصد بی‌نقص و کامل نیستند. هر کدام از آنها تا یک مقدار مشخصی در برابر عبور جریان، از خود مقاومت نشان می‌دهند. واحد مقاومت، اهم (Ω) است. یک اختلاف پتانسیل یک ولت، باعث عبور یک جریان یک آمپری، از یک مقاومت یک اهمی می‌شود. مقاومت یک هادی، معادل حاصل تقسیم اختلاف ولتاژ دو سر آن، به جریان جاری در مقاومت می‌باشد.

◻ **قانون اهم.** با استفاده از فرمول‌های زیر که به قانون اهم مشهور است، با داشتن دو متغیر از سه پارامتر موجود، می‌توان سومی را به دست آورد:

$V = I \times R$

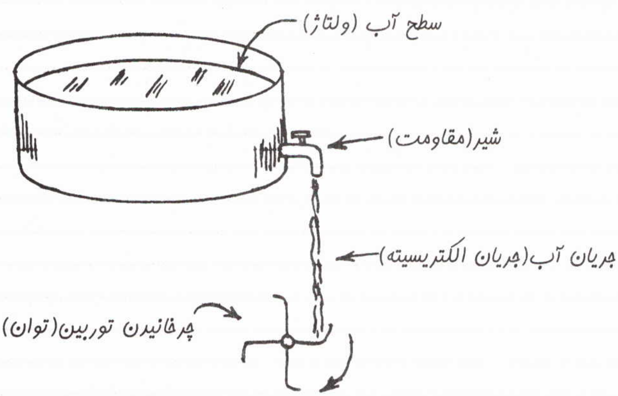
$I = V/R$

$R = V/I$

$P = I^2R$ یا $P = V.I$

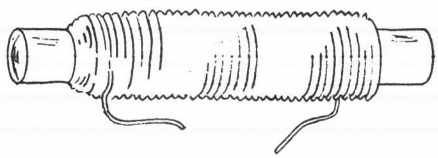
کمی بعدتر در همین کتاب، مجدداً به قانون اهم سرخواهیم زد.

❋ یک جمع‌بندی ساده در قیاس با آب به صورت زیر است:



استفاده از جریان مستقیم

نام بردن همهٔ کاربردهای جریان مستقیم به یک کتاب مجزا و کامل نیاز دارد. در ادامه چند نمونه از آنها که با استفاده از یک نی نوشابه و پیچیدن حداقل ۱۰ متر سیم لاکی شماره ۳۰ به دور آن، به سادگی قابل ساخت هستند، ارائه گردیده است (مطابق شکل زیر).

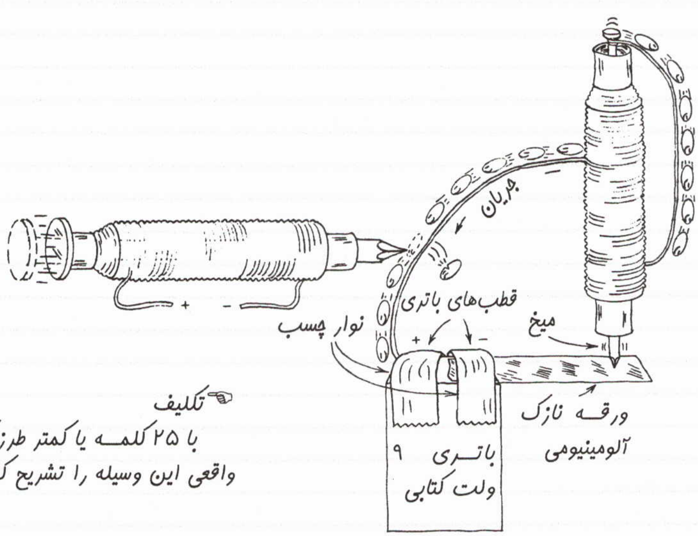


پس از اتمام سیم‌پیچی، برای آنکه سیم‌ها نسبت به همدیگر و نی تکان نخورند، از یک تکه نوار چسب استفاده کنید. در خاتمه، انتهای دو سر سیم آماده شده را با کاغذ سنباده نرم، لخت نمائید.



☐ **آهنربای الکتریکی ـ** یک میخ آهنی یا فولادی را وارد نی کرده و دو سر سیم را به یک باتری کتابی ۹ ولتی متصل کنید. تا زمانی که اتصال برقرار باشد، میخ مزبور آهنربا خواهد بود (حتی ممکن است پس از قطع جریان، خاصیت آهنربایی مختصری در میخ باقی بماند).

☐ **سولنوئید ـ**[1] در واقع یک «آهنربای مکنده» است. اگر دو سر سیم‌ها به باتری وصل شوند، میخ، به سرعت به داخل نی کشیده می‌شود.



☜ تکلیف
با ۲۵ کلمه یا کمتر طرز کار واقعی این وسیله را تشریح کنید.

---

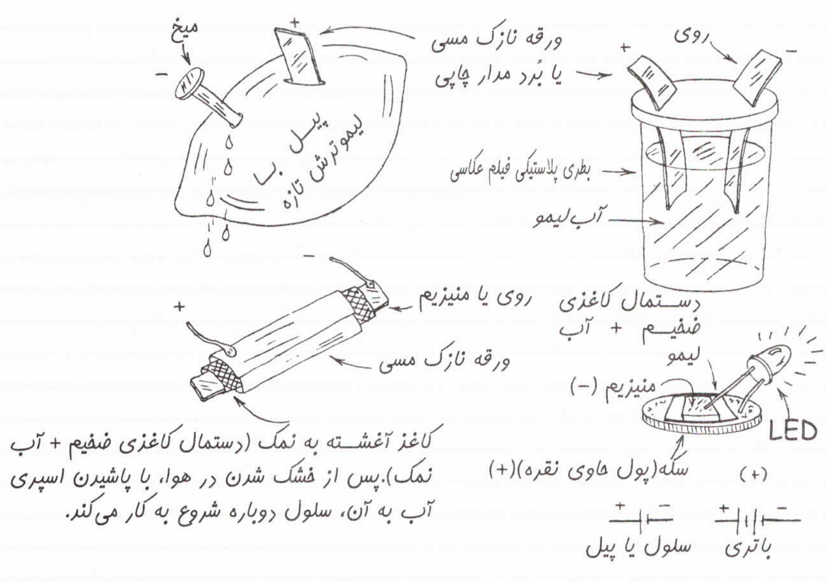
(۱) سولنوئید یا سیملوله وسیله‌ای است که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی مبدل می سازد(م).

☐ **موتور** ـ تعجب نکنید! با آنچه که در ذهنیت شما از موتور وجود دارد متفاوت است. ولی این دستگاه ساده، کم و بیش با تعریف موتور که در دیکشنری آمده هماهنگی دارد. از یک میخ سبک استفاده کنید، یکی از سر سیم‌های سیم‌پیچ را به میخ وصل کنید. ارتفاع سیم‌پیچ را طوری تنظیم کنید که میخ شروع به بالا و پایین پریدن کند!

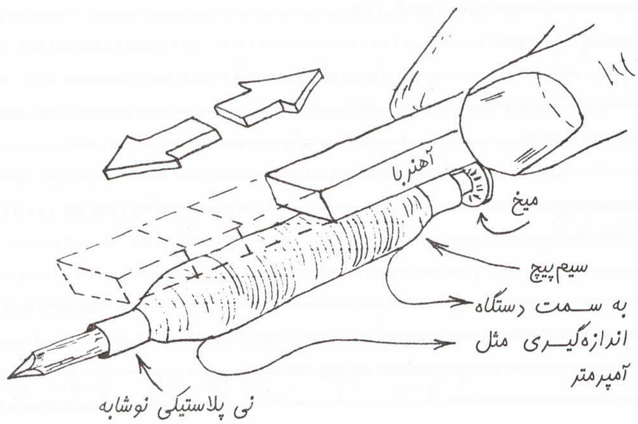
تولید الکتریسیته با جریان مستقیم

برای تولید جریان مستقیم، راه‌های گوناگون و عجیب و غریبی وجود دارد. به چند نمونه از مهم‌ترین آنها در زیر اشاره شده است:

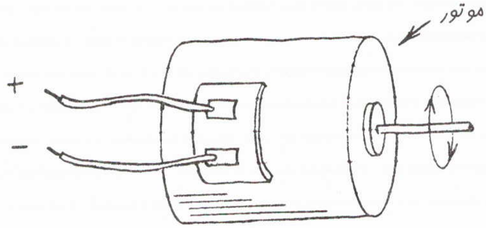
☐ **مولدهای شیمیایی** ـ الکترولیت‌ها، محلول‌های شیمیایی هستند که حاوی مقادیرزیادی یون می‌باشند. برای مثال، با حل کردن نمک طعام در آب، ماده مزبور به یون‌های مثبت سدیم و منفی کلر تجزیه می‌شود. اگر دو صفحه فلزی غیرهم‌جنس را در محلول مزبور غوطه‌ور کنیم، یون‌های مثبت به سمت یکی از صفحات و یون‌های منفی به سمت صفحه دیگر متمایل خواهند شد. اکنون اگر دو صفحه را به توسط یک هادی به هم مربوط کنیم، یون‌های موجود از طریق محلول و الکترون‌ها از طریق هادی به جریان می‌افتند. این نوع مولد، پیل یا باتری خیس نامیده شده و باتری‌هائی که الکترولیت آنها به توسط یک کاغذ جذب شده یا به صورت خمیر در آمده باشد، باتری‌های خشک می‌باشند. چند نمونه از مولدهای شیمیایی که ساخت آنها خیلی مشکل نیست در زیر داده شده است. ساخت آنها علاوه بر اینکه معلومات شما را بالا می‌برد، سرگرم کننده هم هست!



مولدهای الکترومغناطیسی ـ عبور یک جریان از یک هادی، باعث ایجاد یک میدان مغناطیسی در اطراف آن می‌شود. این اثر متقابل است لذا اگر یک هادی در داخل یک میدان مغناطیسی حرکت کند، در آن یک جریان الکتریکی پدید خواهد آمد. نشان دادن تولید جریان الکترومغناطیسی با یک سیم‌پیچ ظریف و یک آهنربای کوچک، کار دشواری نیست. سیم‌پیچی که با استفاده از سیم لاکی و یک نی نوشابه قبلاً توضیح داده شد، در این جا هم می‌تواند به کار رود.

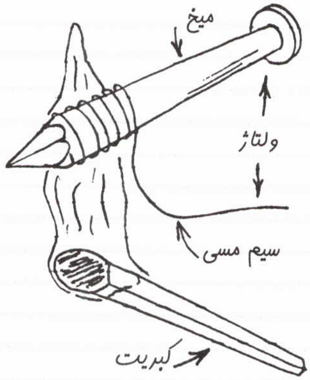


یک آمپرمتر را در گسترهٔ میکروآمپری آن تنظیم کرده و سر سیم‌های آن را به دو سر سیم‌پیچ متصل کنید. یک میخ فولادی را وارد سیم‌پیچ کرده و یک آهنربای دائمی را در بالا و به موازات سیم‌پیچ، جلو و عقب ببرید. هر حرکت آهنربای دائمی باعث تولید چند میکروآمپر شده و عقربهٔ آمپرمتر مؤید وجود آن خواهد بود. وقتی آهنربا را به جلو می‌بریم. جریان در یک جهت، و وقتی آن را برمی‌گردانیم، جریان در جهت مخالف تولید می‌شود. آیا علاقه دارید که دست به نقد یک مولد الکتریکی درست کنید؟ کافی است محور یک موتور الکتریکی جریان مستقیم (DC) را بچرخانید. اکثر این جور موتورها طوری ساخته شده‌اند که، چرخش محور آنها باعث ایجاد چند ولت اختلاف پتانسیل می‌شود! حتی با استفاده از یک پروانه، می‌توانید یک مولد بادی ساده بسازید.



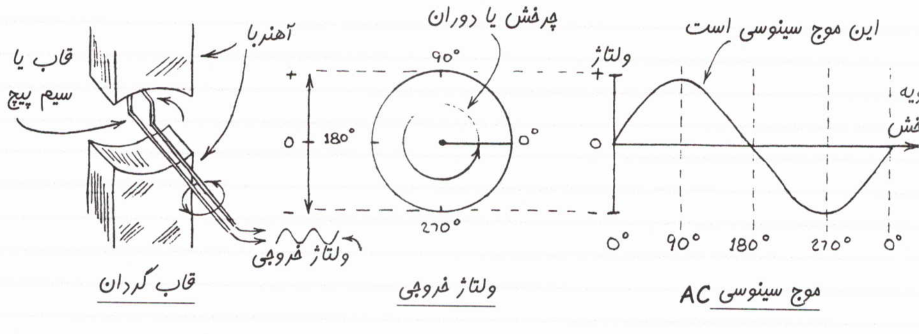
مولدهای ترموالکتریک ـ اگر محل پیوند دو فلز غیرهمجنس حرارت داده شود، یک جریان الکتریکی تولید می‌گردد. وقتی محل اتصال چند دور سیم مسی پیچیده شده به دور یک میخ فولادی، توسط شعلهٔ کبریت، حرارت داده می‌شود، چند هزارم ولت، جریان تولید می‌گردد. برای به دست آوردن

ولتاژهای بالاتر، می‌توان از پیوند فلزاتی شبیه آهن و کنستانتان[۱] بهره گرفت (این پدیده به اثر سی بک[۲] مشهوراست).



الکتریسیته با جریان متناوب (AC)

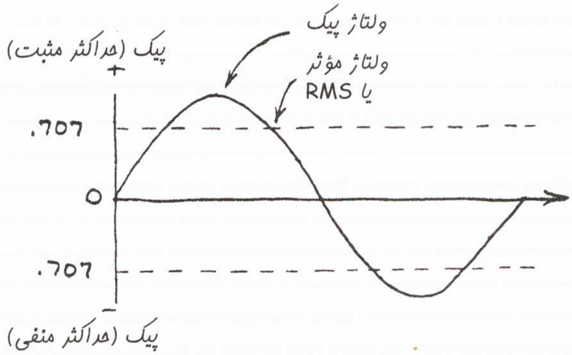
دوباره به سیم‌پیچ دست‌ساز و مولد مغناطیسی صفحات قبل سری بزنیم. وقتی آهنربای دائمی را در یک جهت در بالای سیم‌پیچ حرکت می‌دادیم، الکترون‌ها در داخل هادی، در یک جهت به تکاپو می‌افتادند و یک جریان مستقیم را تولید می‌کردند. در موقع برگشت، اگر آهنربای دائمی را از مجاورت سیم‌پیچ دور نکنیم، جهت جریان عوض خواهد شد. بنابراین ،اگر آهنربای دائمی، در طول سیم‌پیچ و در نزدیکی آن جلو و عقب برده شود، جریانی که دو جهت و قطبیت متناوب دارد، ایجاد می‌گردد. جریان مزبور، جریان متناوب نامیده می‌شود. جریان متناوب یا (AC) معمولاً از چرخش یک سیم‌پیچ در یک میدان مغناطیسی به وجود می‌آید.



(۱) Constantan آلیاژی متشکل از ۵۵٪ مس و ۴۵٪ نیکل است. مقاومت آن در حرارت‌های مختلف عالی است و از آن در ساخت مقاومت‌ها و ترموکوپل‌ها استفاده می‌شود(م).

(۲) این اثر را «جی.تی.سی‌بک» فیزیکدان آلمانی در سال ۱۸۲۱ کشف کرد (م).

□ **اندازه‌گیری موج سینوسی ـ** ولتاژ AC معمولاً با ولتاژ مستقیمی (DC) که قادر به انجام یک کار واحد باشد، مشخص می‌گردد. برای یک موج سینوسی، این مقدار معادل ۰/۷۰۷ ولتاژ پیک می‌باشد.

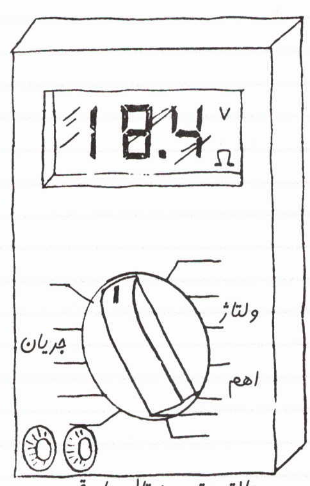


ولتاژ مزبور، ولتاژ RMS یا مؤثر نامیده می‌شود. بالعکس، ولتاژ پیک (یا قله) یا جریان پیک، ۱/۴۱ برابر اندازه مؤثر می‌باشد. ولتاژ برق شهر بر اساس مقدار مؤثر آن مشخص می‌گردد. بنابراین، حداکثر ولتاژ برق شهری که مقدار مؤثر آن ۲۲۰ ولت است، معادل :

ولت ۳۱۰/۲ = ۱/۴۱ × ۲۲۰ خواهد بود.

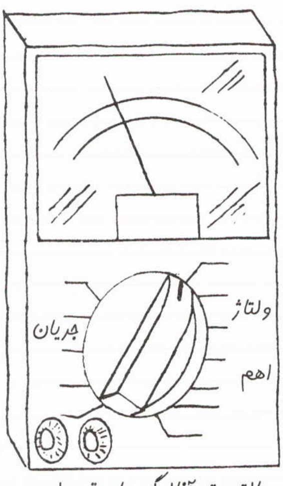
□ **چرا از برق جریان متناوب استفاده می‌شود ـ** انتقال برق AC، به توسط خطوط انتقال، از محل نیروگاه‌ها، تا محل‌های مصرف، بسیار بهتر و با صرفه‌تر از جریان برق DC مشابه می‌باشد. عبور جریان برق AC از داخل یک سیم، در سیمی که در مجاورت آن قرار دارد، جریان الکتریکی دیگری را القاء می‌نماید. پدیده یاد شده در واقع اصول کار ترانسفورماتور یا مبدل است.

اندازه‌گیری AC و DC



مالتی‌متر دیجیتال یا رقمی

ولتاژ و جریان AC و DC به سادگی و با به کارگیری وسیله‌ای به نام مالتی‌متر یا اصطلاحاً اهم‌متر مقدور است. انواع عقربه‌ای یا آنالوگ این وسیله، در داخل خودشان، یک سیم‌پیچ یا قاب متحرک دارند. مدل‌های دیجیتالی، به جای آن، از یک صفحه نمایش رقمی بهره می‌برند. مالتی‌متر را باید



مالتی‌متر آنالوگ یا عقربه‌ای

مهم‌ترین ابزار اندازه‌گیری الکترونیک دانست.

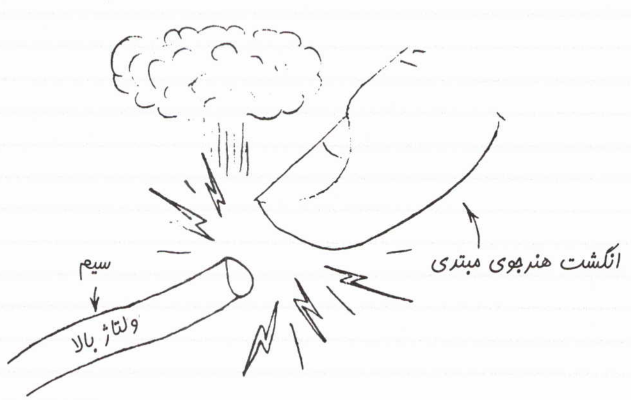
□ **مالتی‌متر دیجیتال ـ** بسیار دقیق بوده و خواندن ارقام از روی آن ساده‌تر از انواع آنالوگ یا عقربه‌ای می‌باشد. خواندن مقدار دقیق جریان یا ولتاژ یا اهم یک مقاومت، به کمک مالتی‌مترهای دیجیتال، بسیار بهتر و ساده‌تر است.

□ **مالتی‌متر آنالوگ یا عقربه‌ای ـ** دقت این مالتی‌مترها کمتر از انواع دیجیتالی می‌باشد ولی ارزان‌تر از آنهاست. در مواردی که دقت نظر زیادی مطرح نیست، برای مشاهدهٔ تغییرات آهستهٔ جریان، ولتاژ یا مقدار تقریبی یک مقاومت، استفاده از مالتی‌مترهای آنالوگ بهتر است.

□ **جمع‌بندی مالتی‌مترها ـ** داشتن این وسیله اجتناب‌ناپذیر است! حتی اگر به الکترونیک به شکل یک تفنن هم بنگرید، ناچارید یکی از آنها را بخرید زیرا، مالتی‌متر در خانه، در محل کار، یا زمانی که با دستگاه‌ها و خودروها سر و کله می‌زنید، به دردتان می‌خورد. در صورتی که می‌خواهید با الکترونیک به صورت جدی‌تری برخورد کنید، در موقع خرید، سعی کنید نمونهٔ با کیفیت‌تری را که امپدانس بالائی دارد و در موقع کار بر روی دستگاه یا مداری که مورد نظرتان است، اثر سوئی نداشته یا تأثیر کمتری دارد، انتخاب نمائید.

ایمنی در برق

برق می‌تواند منجر به مرگ انسان شود. اگر می‌خواهید به مدت طولانی در الکترونیک کاوش کرده و از کسب تجربیات زیادی لذت ببرید، با برق به صورتی که شایستهٔ آن است، برخورد کنید.

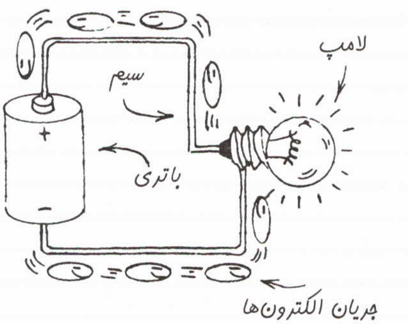


در صفحات بعدی باز هم به موقع خودش، به نکات ایمنی در برق خواهیم پرداخت.

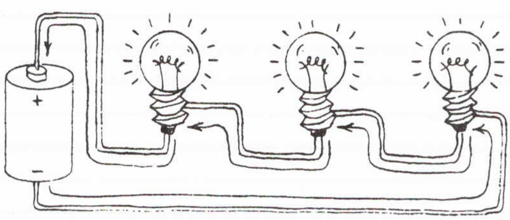
مدارهای الکتریکی

هـر آرایـش یا چیدمانی که موجب به گـردش افتادن یک جریان الکتریسـیته گردد، یک مدار الکتریکی نامیده می‌شود. یک مدار الکتریکی می‌تواند به سادگیِ اتصال یک لامپ به یک باتری یا به پیچیدگی مدارات داخلی یک کامپیوتر دیجیتال باشد.

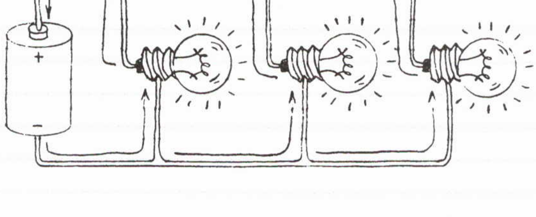
یک مدار سـاده ـ این مدار سـاده شامل یک منبع جریان الکتریسـیته (باتری)، یک لامپ و دو تکه سـیم که وظایف اتصال آنهـا را به عهده دارد، می‌باشـد. قسـمتی از مدار که در واقـع کار را انجام می‌دهد، «بار» نامیده می‌شود. در این مدار، لامپ، بار اسـت. در مـدارات دیگر، بار ممکن اسـت یک موتور، یک المنت حرارتی، یک آهنربای الکتریکی یا چیزهائی از این دست باشد.



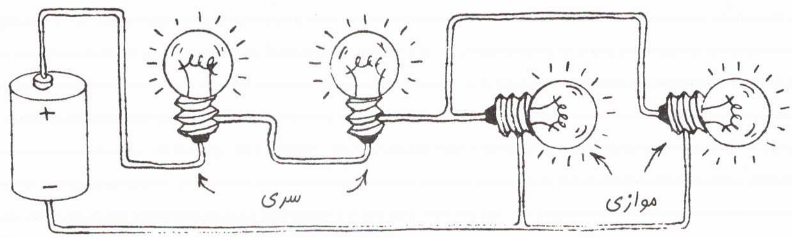
یـک مدار سـری یا متوالی ـ در یک مدار ممکن اسـت از بیش از یـک قطعه (کلید، لامپ، موتور و غیره) اسـتفاده شده باشد. یک مدار سـری، مداری است که جریانی که از قطعه اول عبور می‌کند، عیناً در بقیه قطعات مدار هم جاری شود. در روی شکل، بردار یا فلش، جهت عبور جریان را نشان می‌دهد.



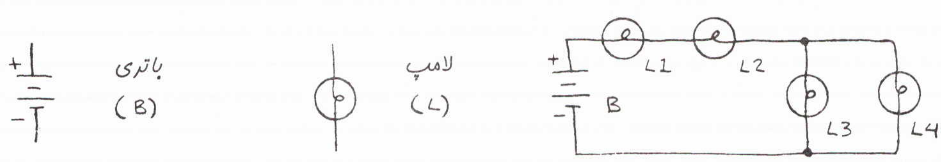
یک مدار موازی ـ یک مدار موازی به مداری گفته می‌شـود که شـامل دو یا تعداد بیشـتری قطعه بوده و قطعات مزبور طوری به هم متصل شده باشند که جریان جاری در یک قطعه، قبلاً از قطعه دیگری عبور نکرده باشد.



☐ **یک مدار «سری ـ موازی» ـ** بسیاری از مدارهای الکتریکی شامل هر دو مدار سری و موازی می‌باشند. نکته مشترک همه آنها این است که جملگی باید مسیر بین مدار و منبع تغذیه را کامل کنند.



☐ **نقشه یا دیاگرام مدار ـ** بسیاری از مدارات این کتاب به صورت تصویری نشان داده شده‌اند. در چند فصل بعدی هم این روال را کم و بیش ملاحظه خواهید کرد. هر چند در فصول پایانی، نمایش تصویری مدارات، جای خود را به نقشه یا دیاگرام‌های مداری خواهند داد. در حالت اخیر، نمای تصویری قطعات، با نشانه‌های استاندارد آنها، جایگزین خواهد شد.

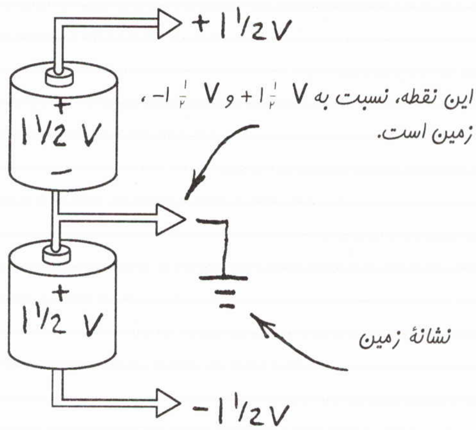


نشانه‌های قطعات

مدار سری ـ موازی

☐ **مدار «اتصال کوتاه» الکتریکی ـ** وقتی یک سیم یا یک قطعه دیگر، به محل تماس یک قطعه به یک مدار، اتصال پیدا کند، تمام یا قسمتی از جریان مدار، ممکن است «میانبُر» زده و از قطعه یا هادی مزبور، عبور نماید. معمولاً اتصال کوتاه‌هائی از این دست، خواست و دلخواه طراح مدار، نمی‌باشند. این اتفاق می‌تواند به تخلیه سریع باتری بیانجامد. همچنین رویداد مزبور می‌تواند با وارد آمدن خسارت، به سیم‌کشی و قطعات، همراه باشد. اتصال کوتاه را به اختصار «شورت» هم می‌گویند و در صورت وقوع می‌تواند باعث ایجاد چنان گرمائی در مدار شود، که روکش سیم‌ها را ذوب نماید.

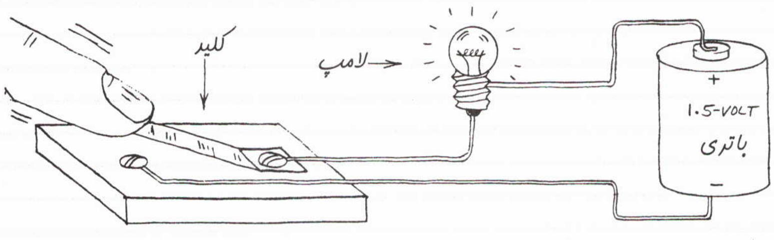
⚠ **احتیاط: بدن انسـان جریان برق را هدایت می‌کنـد. لذا بی‌دقتی در تماس یک مدار الکتریکی می‌تواند باعث ایجاد یک مدار اتصال کوتاه شـود. اگر جریان و ولتاژ به قدر کافی زیاد باشند، ممکن است با یک شوک خطرناک و حتی مرگبار مواجه شوید.**



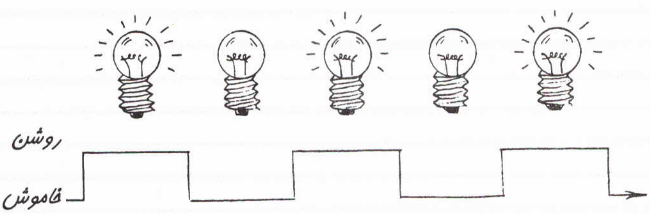
□ **«زمین» الکتریکی** - یکی از سـیم‌های خـط انتقال برق AC، بـا اتصال آن به یک میلـه فلـزی به زمیـن متصل می‌شـود. به همین لحاظ، بدنه دسـتگاه‌های برقی را به این سـیم «زمین» مربوط می‌کنند. با اینکار، اگـر یکـی از سـیم‌های غیرزمین، بـا بدنه فلزی دستگاه اتصال پیدا کند، از بروز شوک الکتریکی پیشـگیری می‌شـود. در صورت فقـدان اتصال زمین، تماس بدن شـخصی کـه بر روی یک زمین مرطوب ایسـتاده، با بدنه دسـتگاه، می‌تواند منجـر به بروز یک شـوک الکتریکی خطرناک شـود. بدون توجه به اینکه قسمتی از یک مدار، به زمین متصل شده یا نشده باشد، به نقطه‌ای از یک مدار الکتریکی که ولتاژش صفر باشد، نیز زمین گفته می‌شود. برای مثال سمت (-) باتری مدار بالا و همچنین مدار صفحه قبل، را می‌توان زمین انگاشت.

پالس‌ها، امواج، سیگنال‌ها و نویز (نوفه)

الکترونیک، علم یادگیری و بکارگیری الکترون‌ها و خصوصیات و آثار آنها می‌باشد. ساده‌ترین کاربردهـای الکترون‌هـا، مدارهای AC و DC اسـت که جریـان جاری در آنها: لامـپ، آهنربای الکتریکی، موتور، سـولنوئید و وسـایلی از این دسـت را، به کار می‌اندازند. آنچه که باعث می‌شود الکترونیک را به مراتب بالاتری از این کاربردهای سـاده، ارتقاء دهد، تسـهیلاتی است که به مدد آنها، جریان الکترون‌ها، کنترل و قابل بهره‌برداری می‌شوند.

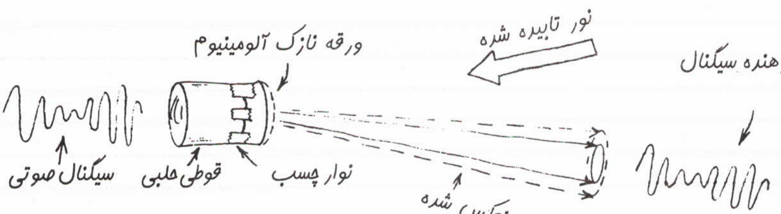


این مدار ساده، برخلاف ظاهر اولیه‌اش بسیار مفید است، زیرا قادر است با باز و بسته کردن‌های از پیش‌برنامه‌ریزی شده و پی در پی یک کلید و به تبع آن، روشن و خاموش شدن‌های یک لامپ، اطلاعاتی را ارسال دارد.



روشن‌شدن‌های لامپ را می‌توان با نموداری مشابه شکل مقابل نشان داد.

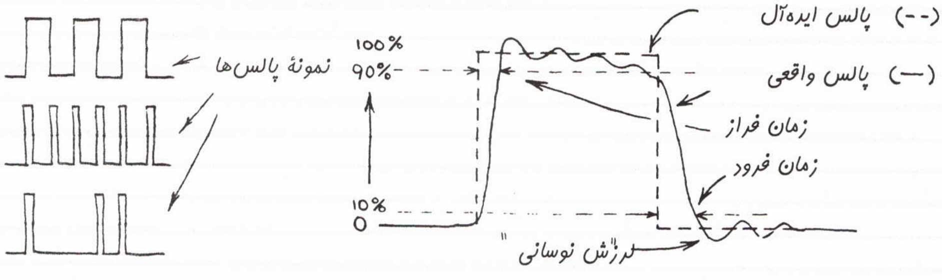
نمونه‌های روشن شدن یا به عبارت دیگر «پالس»هائی به این صورت، می‌توانند اطلاعات پیچیده‌ای شبیه یک مکالمه یا صحبت را نشان دهند. یا بالعکس، صوت مزبور را می‌توان به تغییرات متناسبی از روشنائی یک لامپ مبدل ساخت. در زیر یک راه ساده برای ارسال صوت بر روی پرتو یک نور منعکس شده، نشان داده شده است.



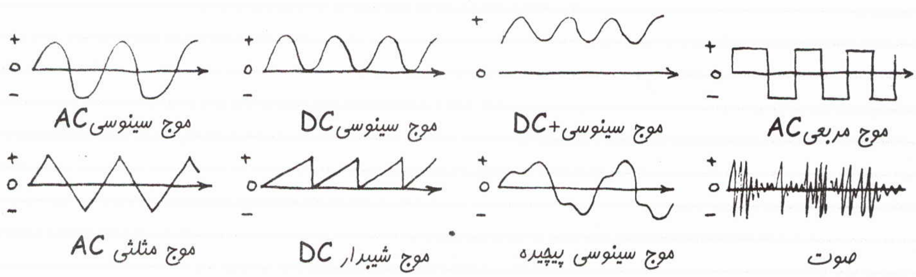
شدت نور، نمایش دهنده سیگنال صوتی است.

۱۸۶

□ **پالس‌ها** ـ یک پالس، یک کاهش یا افزایش لحظه‌ای و زودگذر یک جریان الکتریکی است. یک پالس ایده‌آل یا آرمانی، یک فراز یا فرود آنی دارد، ولی پالس‌های واقعی اینچنین نیستند.

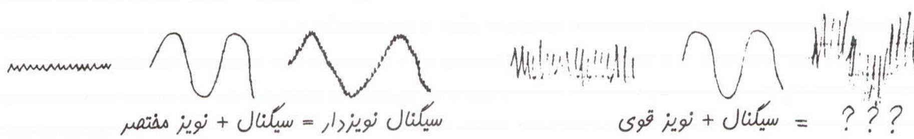


□ **امواج** ـ یک موج، یک نوسان دوره‌ای است که یک جریان یا ولتاژ از آن تبعیت می‌کند. امواج، می‌توانند به صورت تک‌قطبی (DC) یا دارای هر دو مؤلفه‌های مثبت و منفی (AC) باشند. موج‌ها، در انواع گوناگونی وجود دارند. ذیلاً برخی از آنها نشان داده شده‌اند:



□ **سیگنال** ـ یک سیگنال، یک شکل موج دوره‌ای است که اطلاعات را انتقال می‌دهد. فرآیندی که شکل موج را تولید می‌کند، مدولاسیون نامیده می‌شود. سیگنال‌ها می‌توانند از نوع AC، DC یا AC سوار شده به یک تراز DC باشند. دشمن سیگنال‌ها نویز است!

□ **نویـز (نوفـه) ـ** همه مدارات و دسـتگاه‌های الکترونیکی، جریان‌هـای الکتریکی تصادفی و کوچکی تولید می‌کنند. وقتی این جریان‌ها از نوع ناخواسته باشند، به آنها نویز گفته می‌شود. نویز، همچنین به وسـیله امواج الکترومغناطیسی تولید شـده به توسط: رعد، سیستم جرقه‌زنی خودرو، موتورهـای الکتریکـی و خطوط انتقال برق، وارد مدارات الکترونیکی می‌شـود. با وجودی که تراز یک نویز ممکن است در حد فقط چند میلیونیم ولت یا آمپر باشد، به سادگی، سیگنال ضعیف هم تراز خود را می‌پوشاند.



فصل دوم

قطعات الکترونیک

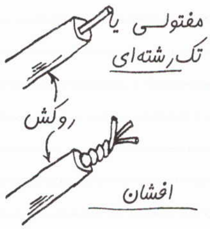
گروه زیادی از قطعات الکترونیکی به وظایفی از قبیل: انسداد، انتقال،کنترل، گزینش، راهبری و هدایت، سویچینگ (کلیدزنی و قطع و وصل)، ذخیره‌سازی، اداره کردن، تکرار نمودن، تلفیق (مدولاسیون) و بالاخره بهره‌برداری کردن از یک جریان الکتریکی، اختصاص دارند. آنهائی که در ساختارشان از کریستال‌های نیمه‌هادی بهره گرفته شده، حائز اهمیت شایانی می‌باشند و یک فصل کامل، به خصوصیات آنها اختصاص داده شده است. آنچه که باید در مورد بقیه قطعات بدانید، در این فصل آورده شده است.

سیم و کابل

از این دو وسیله برای انتقال جریان الکتریسیته استفاده می‌شود. اکثر سیم‌ها از یک فلز کم‌مقاومت مثل مس ساخته شده‌اند. سیم مفتولی یا تک‌رشته‌ای همان‌طوری که از اسمش پیداست، فقط یک هادی واحد دارد. سیم افشان دارای دو یا تعداد بیشتری رشته‌های سیم نازک و لخت است که در کنار هم قرار گرفته و یا به هم تابیده شده‌اند. اکثر سیم‌ها به واسطه یک لایه لاستیکی، پلاستیکی و یا لاک، روکش شده و حفاظت می‌شوند. سیم‌هائی که در ساخت آنها علاوه بر مس، از قلع هم استفاده کرده باشند، لحیم‌پذیری بهتری دارند.

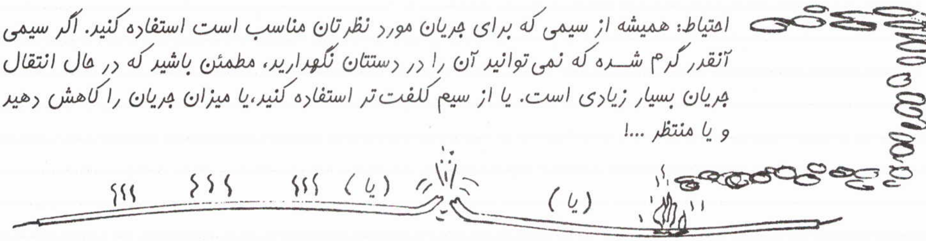
مشخصات سیم مسی لخت (بدون روکش)(۱)

شمارهٔ سیم	قطر (برحسب اینچ)	فوت بر پاوند	فوت بر اهم
16	.05082	127.9	249.00
18	.04030	203.4	156.50
20	.03196	323.4	98.50
22	.02535	514.2	61.96
24	.02010	817.7	38.96
26	.01594	1300.0	24.50
28	.01264	2067.0	15.41
30	.01003	3287.0	9.69



کابل‌ها هم یک یا دو یا چند هادی در خود دارند ولی عایق و روکش آنها از سیم‌های معمولی کلفت‌تراست. کابل‌های هم محور (کواکسیال)، در کاربردهائی مثل تلویزیون، می‌توانند سیگنال‌های با فرکانس بالا را از خود عبور دهند.

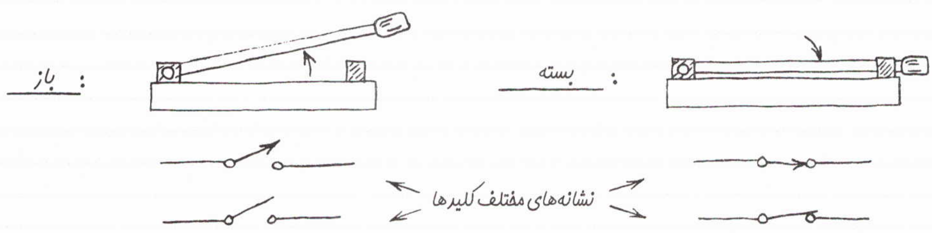
احتیاط: همیشه از سیمی که برای جریان مورد نظرتان مناسب است استفاده کنید. اگر سیمی آنقدر گرم شده که نمی‌توانید آن را در دستتان نگهدارید، مطمئن باشید که در حال انتقال جریان بسیار زیادی است. یا از سیم کلفت‌تر استفاده کنید، یا میزان جریان را کاهش دهید و یا منتظر ...!



کلیدها

کلیدهای مکانیکی، جریان الکتریسیته را قطع و یا به آن اجازه عبور می‌دهند. همچنین در جریان‌های مستقیم از آنها برای نیل به اهداف گوناگونی استفاده می‌شود.

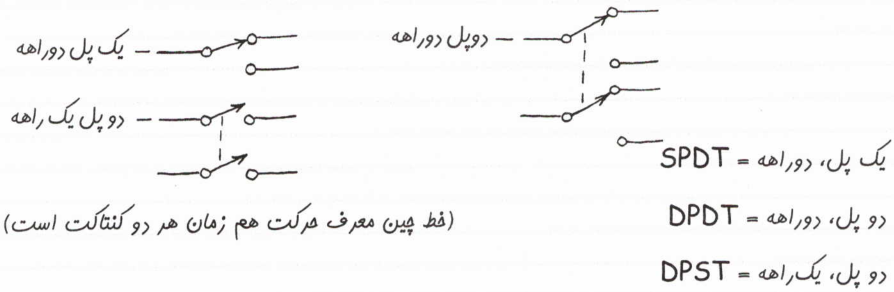
□ **کلید تیغه‌ای ساده** ـ ساده‌ترین کلیدها ...



به این نوع کلید، کلید یک پل یک راهه یا SPST هم گفته می‌شود.

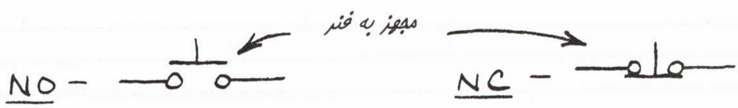
(۱) هر فوت را ۳۰/۴۸ سانتیمتر، هر پاوند را ۴۵۴ گرم و هر اینچ را ۲/۵۴ سانتیمتر در نظر بگیرید(م).

□ **کلیدهای چند کنتاکتی ـ** ذیلاً، نشانه انواع مهم‌تر نمایش داده شده است:



سایر کلیدها

○ **فشاری ـ** غالباً یک پل یک‌راهه از نوع «معمولاً باز (NO)» یا «معمولاً بسته (NC)» می‌باشد.



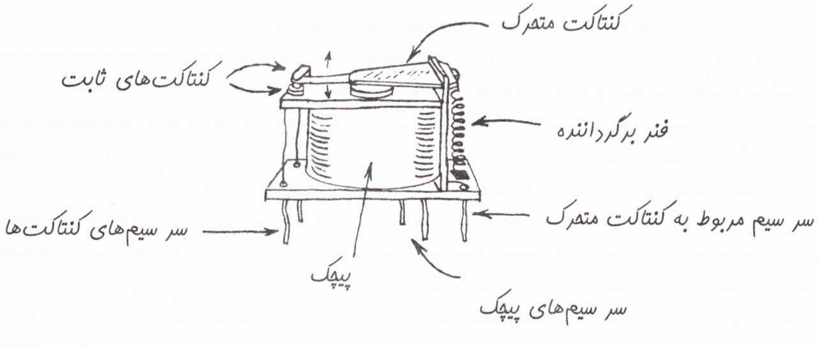
○ **گردان ـ** پولکی مانند بوده و یک قطب و دو یا تعداد بیشتری کنتاکت دارد. از لایه‌های پولکی می‌توان استفاده کرده و قطب‌های بیشتری را ایجاد نمود. این کلید با تنوع گسترده‌ای در بازار یافت می‌شود.

○ **جیوه‌ای ـ** لختهٔ جیوه کلید را می‌بندد. از این کلید، وقتی حساسیت موقعیت مطرح باشد، استفاده می‌کنند.

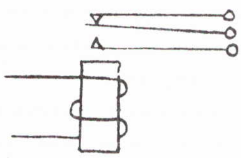
○ **سایر انواع ـ** بسیاری از انواع کلیدهای قطع و وصل (الاکلنگی یا اختصاراً کلنگی)، غلتشی، اهرم‌دار، کشوئی، فشاری (که با فشار اول وصل و با فشار دوم قطع می‌کند)، مجهز به لامپ پیلوت و ... در دسترس هستند.

رله‌ها

رله یک کلید الکترومغناطیسی است. جریان الکتریکی ناچیزی که از پیچک رله می‌گذرد، یک میدان مغناطیسی ایجاد کرده و یک یا چند کنتاکت را از هم دور یا به هم متصل می‌سازد.

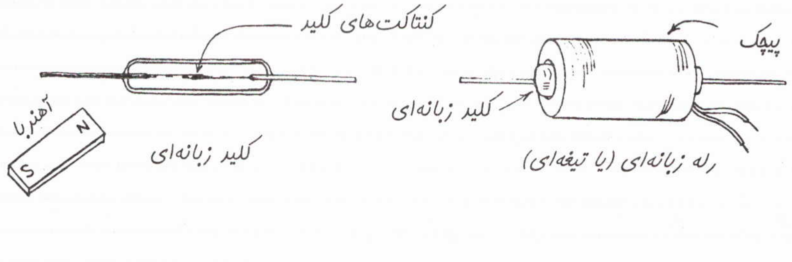


□ **نشانهٔ رله ـ** آرایش کنتاکت‌ها می‌تواند باعث ایجاد کلیدهای SPST(یک پل یک‌راهه)، SPDT(یک پل دوراهه)، DPST(دو پل یک‌راهه)، DPDT(دو پل دوراهه) و دیگر عملکردهای لازم شود.

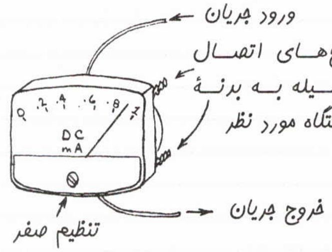


این نشانهٔ یک رله با کنتاکت‌های به صورت یک پل دوراهه می‌باشد.

□ **رله با کلید زبانه‌ای ـ** کلید زبانه‌ای دارای یک جفت کنتاکت ظریف است که در فاصله کمی از هم قرار گرفته و مجموعه در داخل یک لوله شیشه‌ای جاسازی و پلمب شده است. یک میدان مغناطیسی، قادر به بستن کنتاکت‌ها خواهد بود. از این پدیده می‌توان استفاده کرده و یک رله یک پل یک‌راههٔ بسیار ساده ساخت.



وسائل اندازه‌گیری با پیچک متحرک



در این دستگاه‌ها، پیچکی که بین دو قطب یک آهنربای U شکل واقع شده، به خاطر محور و تکیه‌گاهی که دو سر آن دارد، می‌تواند در موقع عبور یک جریان الکتریکی از آن، به دور محورش گردش کند. این، اساس کار دستگاه‌های اندازه‌گیری با پیچک متحرک است.

میکروفون‌ها

یک میکروفون، تغییرات امواج صوتی را به تغییرات متناظر یک جریان الکتریکی، مبدل می‌سازد. تغییرات امواج صوتی، ابتدا به حرکت «جلو و عقب» یک لایه یا فیلم نازک قابل انعطاف به نام دیافراگم تبدیل می‌شود. حرکات یاد شده، سپس به کمک یکی از عناصر زیر، به تغییرات یک جریان الکتریکی منجر می‌شوند:

□ **کربنی (زغالی) ـ** حرکت دیافراگم، فشار وارد به محفظه‌ای مملو از کربن را تغییر می‌دهد. این عمل، به نوبه خود تغییرات متناظری را در مقاومت الکتریکی محفظه مزبور ایجاد می‌نماید.

□ **دینامیکی ـ** همزمان با حرکت دیافراگم، یک پیچک کوچک در فضای یک میدان مغناطیسی جابجا می‌شود. حرکت مزبور منجر به ایجاد یک جریان خروجی متناسب، می‌گردد.

□ **خازنی ـ** دیافراگم متحرک، فاصله بین دو صفحه فلزی را تغییر می‌دهد. نتیجه، تغییرات متناسبی در ظرفیت دو صفحه خواهد بود.

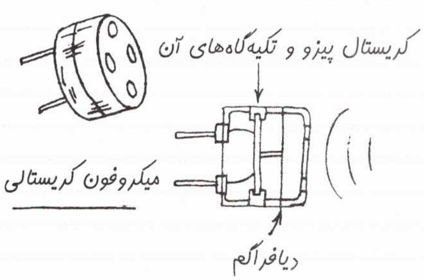
□ **کریستالی ـ** لایه‌ای از یک ماده پیزوالکتریک (که وقتی در اثر فشار امواج صوتی خم می‌شود، ولتاژی را تولید می‌کند) دیافراگم را تشکیل می‌دهد یا به صورت مکانیکی به دیافراگم متصل می‌شود.

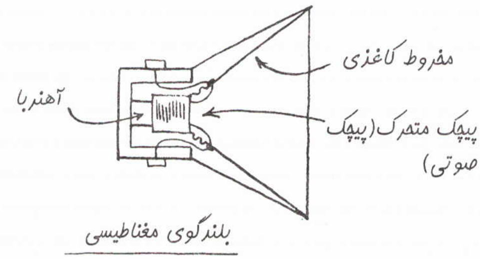
بلندگوها

بلندگو، برعکس میکروفون، تغییرات ایجاد شده در یک جریان یا ولتاژ را به امواج صوتی تبدیل می‌کند. دو نمونهٔ از معمول‌ترین بلندگوها به شرح زیر می‌باشند:

□ **مغناطیسی ـ** عملکرد آن شبیه میکروفون دینامیکی است. در واقع یک بلندگوی مغناطیسی را می‌توان به جای یک میکروفون به کار برد.

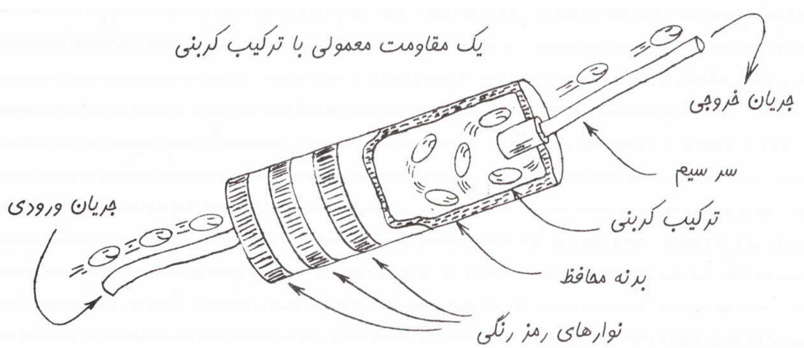
□ **کریستالی ـ** نحوه کار آن مانند یک میکروفون کریستالی است. یک بلندگوی کریستالی هم می‌تواند، همزاد و جانشین میکروفون مشابه خود باشد.





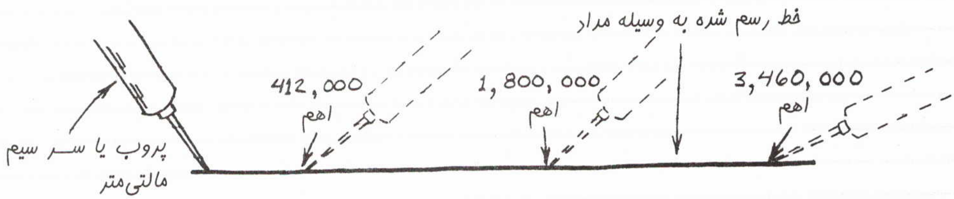
مقاومت‌ها

مقاومت‌ها در اندازه‌ها و اَشکال گوناگونی وجود دارند ولی وظیفهٔ همهٔ آنها یکی است: میزان جریان (یا مقاومت و مخالفت در برابر عبور جریان) را محدود می‌کنند. اطلاعات بیشتر درباره مقاومت‌ها را بعداً خواهیم دید. اول ببینیم یک مقاومت چگونه ساخته می‌شود:

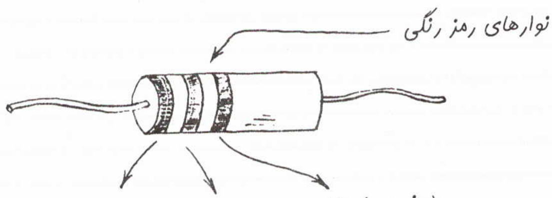


ترکیب کربنی در واقع کربن پودر شده‌ای است که با یک ماده چسبان مخلوط گردیده است. ساختن این جور مقاومت، خیلی آسان است. به راحتی و فقط با تغییر دادن نسبت ذرات کربن به مادهٔ چسبناک یاد شده، می‌توان اندازه هر مقاومت را در مقایسه با مقاومت دیگر، کم یا زیاد کرد. هر چه مقدار کربن بیشتر باشد، مقاومت کمتر خواهد شد و بالعکس.

□ مقاومت‌های دست‌ساز ـ با استفاده از یک مداد و کشیدن یک خط بر روی یک صفحه کاغذ، می‌توانید یک مقاومت بسازید. با اتصال دادن سر سیم‌های یک مالتی‌متر، به نقاط دلخواه خط مزبور، مقاومت قسمت‌های مختلف آن را بسنجید. مطمئن شوید که مالتی‌متر را بر روی درجهٔ خواندن بالاترین میزان مقاومت، تنظیم کرده‌اید. مقاومت یک چنین خطی ممکن است فوق‌العاده زیاد بوده و قابل اندازه‌گیری نباشد. اگر این طور بود، در کنار خط مزبور و چسبیده به آن، چندین خط دیگر کشیده و در واقع پهنای خط را افزایش دهید. نتایج اندازه‌گیری شده به شرح زیر است:



□ رمز رنگی مقاومت ـ به نوارهای مربوط به رمز رنگی مقاومت نگاه کنید. در زندگی روزمره، ترکیب و کنار هم قرار گرفتن آنها نمای جالبی را ایجاد می‌کند. ولی غرض اصلی از ایجاد آنها، ارائه یک اطلاعات مهم، در مورد آنهاست. نوارهائی که ظاهر یک مقاومت را جذاب و زیبا کرده‌اند، در واقع میزان مقاومت آن را نمایش می‌دهند.



رنگ	1	2	3 (مضرب)
مشکی	0	0	1
قهوه‌ای	1	1	10
قرمز	2	2	100
پرتقالی	3	3	1,000
زرد	4	4	10,000
سبز	5	5	100,000
آبی	6	6	1,000,000
بنفش	7	7	10,000,000
خاکستری	8	8	100,000,000
سفید	9	9	(هیچکدام)

توجه: گاهی وقت‌ها، نوار چهارمی هم وجود دارد. این نوار معرف تلرانس یا دقت مقاومت می‌باشد:
طلائی = ۵٪ ±
نقره‌ای = ۱۰٪ ±
هیچکدام = ۲۰٪ ±

اولین باری که به مقاومت‌ها نگاه می‌کنید، این قضیه را پیچیده می‌بینید ولی به سرعت یاد

می‌گیرید که چگونه از آنها استفاده کنید. برای مثال، اندازه مقاومتی که نوارهای رنگی آن به ترتیب[1]: زرد ـ بنفش و قرمز، می‌باشد، چقدر است؟ زرد رنگ اول است بنابراین اولین عدد ۴ خواهد بود. رنگ دوم بنفش و طبیعتاً عدد مربوطه ۷ می‌باشد. از آنجائی که رنگ سوم قرمز است، باید از مضرب ۱۰۰ استفاده کنیم. بنابراین اندازه مقاومت مورد نظر ۱۰۰ × ۴۷ یا ۴۷۰۰ اهم خواهد بود. فقدان رنگ چهارم به منزله این است که مقاومت واقعی برابر ۲۰٪± ۴۷۰۰ می‌باشد. ۲۰٪ از عدد ۴۷۰۰ معادل ۹۴۰ است. بنابراین مقاوت واقعی بین ۳۷۶۰ و ۵۶۴۰ اهم خواهد بود.

☐ **جایگزینی مقاومت‌ها ـ** اگر به یک مقاومت ۶۷۰۰ اهمی نیاز داشته باشید و فقط یک نمونهٔ ۶۸۰۰ اهمی را در بازار بیابید، چه می‌کنید؟ تقریباً همیشه می‌توانید از یک تقریب ۱۰ یا ۲۰ درصدی در محدودهٔ مقاومت مورد نظر بهره بگیرید. بنابراین شک نکنید و مقاومت ۶۸۰۰ را جایگزین مقاومت ۶۷۰۰ اهمی نمائید. اگر مدار خاصی به مقاومت بسیار دقیقی نیاز داشته باشد، خود طراح، شما را در جریان می‌گذارد. البته مجدداً خواهید دید که با اتصال دادن سری و موازی مقاومت‌های موجود در بازار، هر مقاومت خاصی را که نیاز داشته باشید، می‌توانید بسازید.

☐ **احتیاط‌های لازم در هنگام جایگزین کردن مقاومت‌ها ـ** مقاومت‌هائی که جریان بالائی را از خود عبور می‌دهند، ممکن است بسیار داغ شوند، لذا همیشه از مقاومت‌های با توان مناسب استفاده کنید. در موقع ساخت یک پروژه، اگر طراح مدار، توان یک مقاومت را مشخص نکرده، استفاد از انواع $\frac{1}{4}$ یا $\frac{1}{2}$ واتی بلامانع است.

☐ **برخی خلاصه نویسی‌ها درباره مقاومت‌ها ـ** غالباً خواهید دید که پس از اندازه مقاومت، از پسوند k یا M استفاده شده است. مثل ۴۷k یا ۱۰ M . k به معنای کیلو و معادل ۱۰۰۰ است. بنابراین ۴۷ k یعنی ۱۰۰۰ × ۴۷ یا ۴۷۰۰۰ اهم. مقصود از M، مگا یا ۱۰۰۰۰۰۰ اهم است. لذا یک مقاومت ۱ M مقاومتی معادل ۱۰۰۰۰۰۰ × ۱ یا ۱۰۰۰۰۰۰ اهم می‌باشد.

خلاصه اینکه:

k = × ۱۰۰۰ (۴۷ k = ۴۷ × ۱۰۰۰ =۴۷۰۰۰ اهم)

M = × ۱۰۰۰۰۰۰ (۲/۲ M = ۲/۲ × ۱۰۰۰۰۰۰ = ۲۲۰۰۰۰۰ اهم)

☐ **دیگر انواع مقاومت‌ها ـ** مقاومت کربنی، فقط یکی از انواع گوناگون مقاومت‌هاست. برخی از دیگر انواع مقاومت‌ها به شرح زیر می‌باشند:

○ **مقاومت‌های با لایهٔ فلزی ـ** مقاومت‌های گوناگونی وجود دارند که در آنها برای به دست

(۱) *حلقه‌های رنگی روی مقاومت را از چپ به راست تعقیب کنید (م).*

آوردن اندازه‌های مختلف، از یک لایهٔ نازک فلزی یا ترکیبی از ذرات فلزی استفاده شده است.

○ **مقاومت‌های با لایه کربنی** ـ این مقاومت‌ها را با نشاندن یک لایه کربنی بر روی یک استوانهٔ کوچک سرامیکی تولید می‌کنند. شیار مارپیچی تعبیه شده بر روی لایه مزبور، طول کربن واقع شده بین دو سر مقاومت و نتیجتاً اندازه آن را تعیین می‌کند.

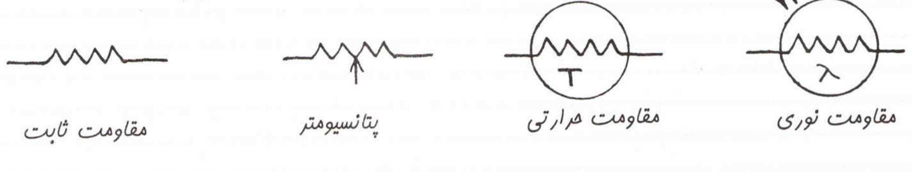
○ **مقاومت‌های سیم‌پیچی شده** ـ اینها مقاومت‌هایی هستند که از پیچیده شدن یک سیم به دور یک استوانه یا لوله ایجاد می‌گردند. این مقاومت‌ها بسیار دقیق بوده و معمولاً گرمای زیادی تولید می‌کنند.

○ **مقاومت‌های تابع نور یا اختصاراً نوری** ـ که فتوسل هم نامیده می‌شوند از یک ماده حساس به نور مثل سولفید کادمیوم ساخته می‌شوند. افزایش تراز نور، اندازه این مقاومت‌ها را کاهش می‌دهد. بعداً در این مورد بیشتر توضیح داده خواهد شد.

○ **ترمیستورها** ـ اینها مقاومت‌های حساس به گرما هستند. بسیاری از اوقات، افزایش دما، اندازه مقاومت را کاهش می‌دهد[1]. به این قطعات، مقاومت‌های تابع حرارت هم گفته می‌شود.

□ **مقاومت‌های متغیر** ـ گاهی اوقات لازم است که مقدار مقاومتی را تغییر دهیم. مقاومت‌های متغیر، پتانسیومتر یا اختصاراً «پُت» هم نامیده می‌شوند. ا ز پتانسیومترها در تغییر دادن ولوم (حجم صدای) رادیو یا روشنائی یک لامپ، تنظیم درجه‌بندی یک دستگاه اندازه‌گیری و بسیاری موارد دیگر استفاده می‌شود. تریمرها، پتانسیومترهای کوچکی هستند که در قسمتی از بدنهٔ آنها، گردونهٔ پلاستیکی کوچکی تعبیه شده که به وسیله آن می‌توان، اندازه مقاومت را تغییر داد. به جای گردونه مزبور، بعضی از تریمرها، شیار آچارخور ظریفی دارند که تغییر مقاومت به وسیله آن صورت می‌پذیرد. از تریمرها در جاهائی که معمولاً به تنظیم روزمره یا همیشگی نیاز ندارند، استفاده می‌شود.

□ **نشانه‌های مقاومت**

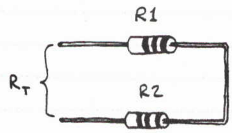


---

(۱) به این‌ها نوع *NTC* می‌گویند: نمونهٔ *PTC* این مقاومت‌ها هم دسترس می‌باشد که با افزایش دما، اندازه مقاومت افزایش می‌یابد (م).

مقاومت‌ها چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

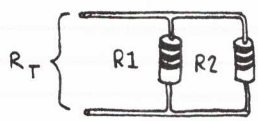
مدار سری ـ مقاومت‌های سری معمولاً به شکل زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:



$$R_T = R1 + R2$$

مقاومت کل معادل حاصل جمع تک تک مقاومت‌های مدار است.

مدار موازی ـ مقاومت‌ها را می‌توان به صورت موازی و به شکل زیر به یکدیگر متصل نمود:



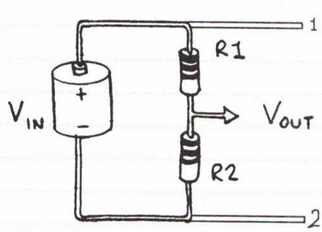
$$R_T = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

مقاومت کل برابر است با حاصلضرب اندازه دو مقاومت تقسیم بر مجموع آنها. اگر تعداد مقاومت‌های موازی شده سه یا بیشتر شود، باید سراغ ماشین‌حساب‌تان بروید چون باید از فرمول زیر بهره بگیرید:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} \ldots \text{الی آخر}}$$

تقسیم ولتاژ ـ خیلی مهم!

Vout به مقادیر R۱ و R۲ بستگی داشته و از فرمول زیر به دست می‌آید:

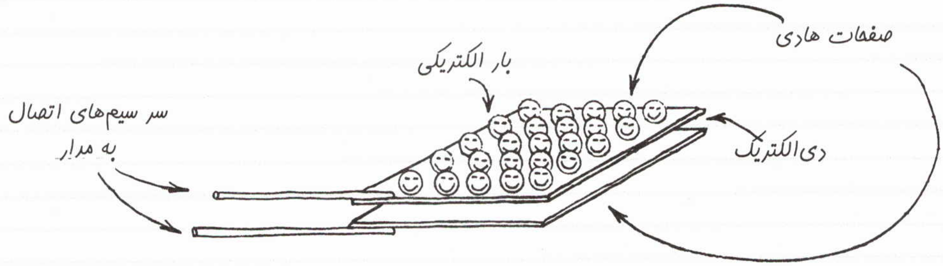


$$V_{OUT_1} = V_{IN}\left(\frac{R1}{R1 + R2}\right)$$

$$V_{OUT_2} = V_{IN}\left(\frac{R2}{R1 + R2}\right)$$

خازن‌ها

انـواع بسـیار گوناگونی از خازن‌ها موجود می‌باشـند ولـی جملگی یک کار را انجـام می‌دهند: الکترون‌ها را در خود ذخیره می‌نمایند. مطابق شکل زیر، ساده‌ترین خازن، دو هادی هستند که به وسـیله یک مادهٔ عایق به نام دی‌الکتریک از یکدیگر جدا شده‌اند. دی‌الکتریک یاد شده می‌تواند: کاغذ، یک لایه نازک پلاسـتیک، میکا، شیشـه، سرامیک، هوا یا خلاء باشـد. صفحات خازن یا جوشن‌ها می‌توانند به صورت پولک یا ورقه نازک آلومینیومی یا ورقه نازکی از فلزی باشند که لایهٔ

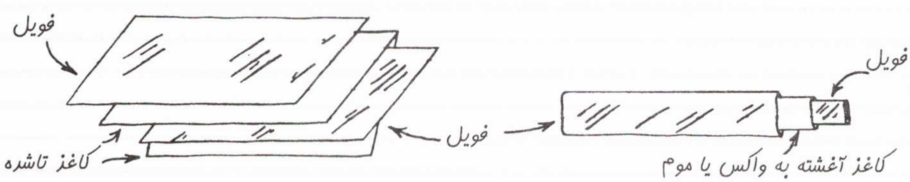


دی‌الکتریـک را از دو طرف احاطه کرده‌اند. مجموعهٔ: «هادی ـ دی‌الکتریک ـ هادی»، می‌تواند به شـکل تخت و مسـطح باقی مانده یا به صورت استوانه‌ای، لوله شود. توضیحات بیشتری در مورد خازن‌ها، بعداً ارائه خواهد شد.

چگونه یک خازن بسازیم

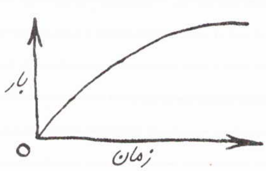
با استفاده از دو ورقه نازک آلومینیومی (فویل) و یک ورقه کاغذ که با موم یا واکس چرب شده است، می‌توانید یک خازن درست کنید.

ابتدا یک فویل آلومینیومی را در داخل یک کاغذ تا شده (مطابق شکل زیر) قرار داده، فویل دوم را روی آنها بگذارید و مجموعه را مطابق شکل سمت راست، لوله کنید.

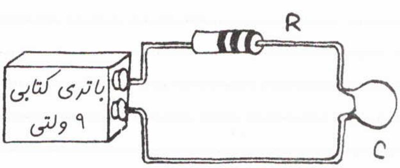


مطمئن شوید که فویل‌ها، راهی برای تماس با یکدیگر نداشته باشند! سر سیم‌های متصل به یک باتری کتابی ۹ ولتی را به صورت آنی و گذرا، به دو انتهای فویل‌های بیرون آمده از مجموعه‌ای که درست کرده‌اید، متصل کرده سپس سر سیم‌های یک مالتی متر با امپدانس بالا را به فویل‌ها، وصل کنید. عقربهٔ مالتی‌متر، برای زمان کوتاهی، وجود یک ولتاژ ناچیز را نشان داده و به تدریج به سمت صفر متمایل خواهد شد.

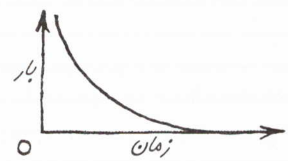
□ **پر کردن یک خازن ـ** در مطلب قبلی، بلافاصله پس از اتصال باتری به خازن، الکترون‌ها، بدون وقفه در صفحه منفی خازن دست‌ساز ما، تجمع کردند. از آنجائی که مقاومت‌ها، مقدار جریان را محدود می‌سازند، مطابق شکل زیر و با قرار دادن یک مقاومت بین باتری ۹ ولتی و خازن، می‌توانید زمان پر شدن آن را آهسته‌تر کنید.



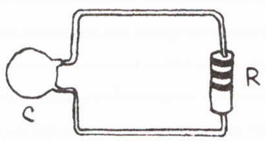
نمودار سمت راست، منحنی زمان پر شدن خازن را نشان می‌دهد.



□ تخلیه یک خازن ـ الکترون‌های جمع شده بر روی یک خازنِ پر شده، به تدریج و از طریق دی‌الکتریک، نشت می‌کنند تا جائی که بار الکتریکی هر دو صفحهٔ خازن مساوی شوند. در این زمان، خازن کاملاً تخلیه شده است. راه دیگر برای تخلیه بسیار سریع خازن، متصل کردن دو صفحه خازن به یکدیگر می‌باشد. اگر بخواهیم زمان تخلیه خیلی آهسته باشد، می‌توانیم یک مقاومت را بین سر سیم‌های خازن قرار دهیم:



نمودار سمت راست، منحنی زمان تخلیه خازن را نشان می‌دهد.

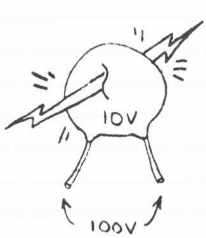


□ مشخص کردن اندازهٔ خازن‌ها ـ توانائی خازن در ذخیره‌سازی الکترون‌ها، ظرفیت خازن نامیده می‌شود. ظرفیت بر حسب فاراد بیان می‌شود. اگر یک خازن یک فارادی به یک منبع تغذیهٔ یک ولتی متصل شود، توانایی ذخیره‌سازی ۶۲۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ یا $6/28 \times 10^{18}$ الکترون را دارد. ظرفیت اکثر خازن‌ها بسیار کمتر از این مقدار است. ظرفیت خازن‌های کوچک بر حسب پیکوفاراد (10^{-12} فاراد) و بزرگ‌ترها بر حسب میکروفاراد (10^{-6} فاراد) بیان می‌شود. خلاصه اینکه :

1- فاراد $= 1F$
1- میکروفاراد $= 1\mu F = 10^{-6} F = 0.000\,001\,F$
1- پیکوفاراد $= 1pF = 10^{-12} F = 0.000\,000\,000\,001\,F$

□ جایگزین کردن خازن‌ها ـ ظرفیت داده شده برای اکثر خازن‌ها می‌تواند بین ۵ تا ۱۰۰ درصد با اندازه واقعی تفاوت داشته باشد. بنابراین شما می‌توانید در موقع استفاده، مقادیر نزدیک به خازن مورد نظر را با خیال راحت، جایگزین کنید. هر چند که در انجام این کار یک نکته را فراموش نکنید و آن ولتاژ مجاز خازن است!

□ احتیاط‌های ضروری در هنگام جایگزینی خازن ـ موقع جانشین‌سازی خازن حتماً مطمئن شوید که خازن جدید از نظر ولتاژ با میزان ولتاژ مدار هماهنگی داشته و ولتاژ مجاز خازن از ولتاژ مدار بیشتر است. در غیر این صورت دی‌الکتریک خازن ممکن است در اثر یورش الکترون‌های ذخیره شده، متلاشی شود. ولتاژ مجاز خازن معمولاً روی بدنهٔ آن نوشته می‌شود.

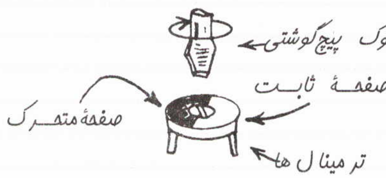


حرف V معرف ولتاژ و WV هم همان مقصود را رسانده و مراد از آن، ولتاژ کار یا ولتاژ مجازمی‌باشد.

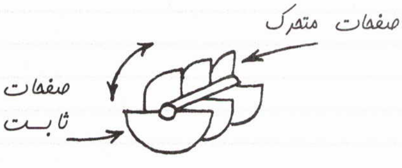
□ **انواع خازن‌ها** ـ خازن‌ها را معمولاً بر حسب ماده دی‌الکتریک‌شان طبقه‌بندی می‌کنند. لذا در بازار ممکن است به انواع سرامیکی، میکا، پلی‌استر و بسیاری گونه‌های دیگر برخورد کنید. همه اینها خازن‌های ثابت هستند. برخی از خازن‌ها، ظرفیت متغیر دارند. گروهی از خازن‌های ثابت، ظرفیت بسیار بزرگتری از خازن‌های مشابه خود را عرضه می‌کنند.

در زیر، خازن‌های دیگری معرفی شده است:

خازن متغیر ـ این خازن‌ها معمولاً دارای یک یا چند صفحه ثابت و یک یا چند صفحه متحرک هستند. ظرفیت خازن با چرخانیدن دسته‌ای که به یک سمت صفحات متحرک متصل است، تغییر می‌کند.



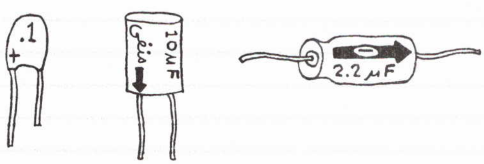
این جور خازن‌ها بسیار کوچک بوده و از آنها برای تنظیم نوسان‌سازها شبیه آن‌هائی که در ساعت‌های دیجیتال استفاده می‌شوند، بهره می‌گیرند.



از این نوع خازن‌ها در تنظیم فرستنده و گیرنده‌های رادیوئی استفاده می‌کنند. دی‌الکتریک آنها معمولاً هوا است.

خازن‌های الکترولیتی ـ همه خازن‌های الکترولیتی در یک چیز وجه مشترک دارند. دی‌الکتریک همه آنها، لایهٔ نازک اکسیدی است که بر روی یک ورقه نازک از آلومینیوم یا تانتالیوم، نشانده شده است. ظرفیت این خازن‌ها بسیار بیشتر از انواع غیرالکترولیتی می‌باشد.

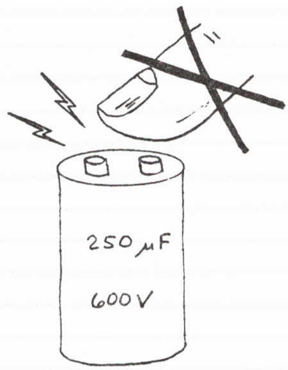
سر سیم مثبت حتماً باید به مثبت‌ترین قسمت مدار مربوط گردد.



بین خود اینها، در حجم مساوی، انواع تانتالیومی، ظرفیت و عمر بیشتری از نمونه‌های آلومینیومی دارند. ولی البته گرانتر هم هستند. بیشتر خازن‌های الکترولیتی قطب‌دار می‌باشند. بنابراین در موقع اتصال به مدار، حتماً باید به طور صحیح به قطب مربوطه متصل شوند.

نشانه‌های خازن



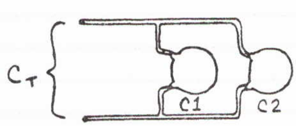


احتیاط ـ پس از قطع جریان شارژ کننده، خازن‌ها قادرند بار الکتریکی ذخیره شده را برای مدت قابل توجهی در خود ذخیره کنند. بار یاد شده ممکن است بسیار خطرناک باشد. یک خازن الکترولیتی بزرگ که فقط با ولتاژ ۵ یا ۱۰ ولت پر شده، می‌تواند نوک پیچ‌گوشتی را که به دو سر آن وصل می‌شود، ذوب کند. خازن‌های ولتاژ بالا، شبیه آنهائی که در تلویزیون و فلاش‌های عکاسی به کار می‌روند، قادر به ذخیره‌سازی بار الکتریکی خطرناکی هستند. هرگز سر سیم‌های این جور خازن‌ها را لمس نکنید. شوک ناشی از تماس مزبور ممکن است شما را به گوشه‌ای از اتاق پرتاب کند!



خازن‌ها چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

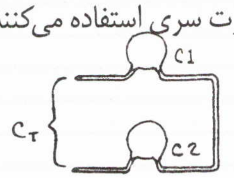
مدار موازی ـ خازن‌ها معمولاً به صورت موازی، آن طور که در شکل زیر نشان داده شده، مورد استفاده قرار می‌گیرند:



$$C_T = C1 + C2$$

ظرفیت خازن معادل برابر مجموع خازن‌های موجود می‌باشد.

مدار سری ـ بعضی وقت‌ها، مطابق شکل زیر، از خازن‌ها به صورت سری استفاده می‌کنند:



$$C_T = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

ظرفیت خازن معادل برابر حاصلضرب ظرفیت هر یک از خازن‌ها تقسیم بر حاصل جمع آنها خواهد بود.

اگر تعداد خازن‌ها سه تا یا بیشتر شد، برای پیدا کردن ظرفیت معادل، از فرمول زیر استفاده کنید:

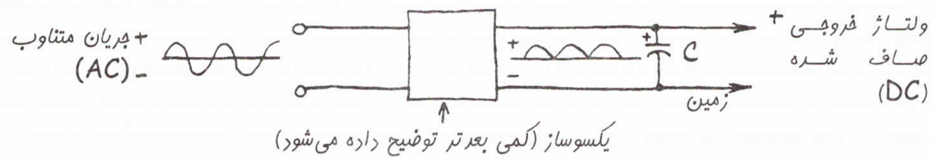
$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \ldots}$$ الی آخر

❋ **و بالاخره اینکه، خازن‌ها موارد استفاده دیگری هم دارند که بعداً خواهید دید ...**

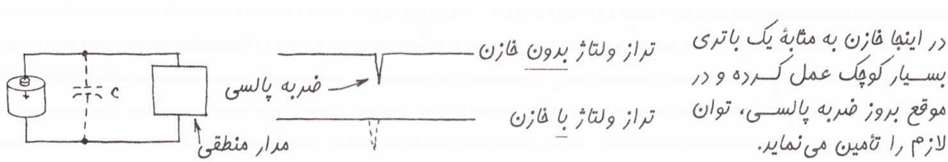
کاربردهای مقاومت و خازن

خازن‌ها و مقاومت‌ها اجزاء اصلی اکثر مدارات الکترونیک هستند. چرا؟ برخی از موارد در زیر توضیح داده شده است:

☐ **صافی منبع تغذیه** ـ وجود یک خازن در خروجی یک منبع تغذیه، ولتاژ نوسانی موجود را تبدیل به یک ولتاژ ثابت و پایدار DC می‌کند.

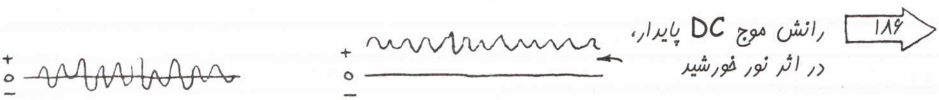


☐ **حذف کننده ضربات پالسی** ـ مدارات منطقی دیجیتال، که بعداً درباره آنها توضیح خواهیم داد، در زمان وصل شدن (سویچ شدن) از خاموش به روشن یا بالعکس، به طور لحظه‌ای به جریان قابل ملاحظه‌ای نیاز دارند. این پدیده بسیار آنی و زودگذر است ولی به هر حال در همان زمان کوتاه هم ممکن است مداراتی که در مجاورت آنها قرار دارند، با کمبود تغذیه مواجه شوند. برای حذف این ضربات پالسی کافی است یک خازن کوچک ۰/۱ میکروفارادی را مطابق شکل زیر، به دو سر ورودی مدار منطقی متصل نمود.



☐ **فیلتر یا صافی انتخابی AC ـ DC** ـ اغلب اوقات یک سیگنال الکتریکی ممکن است سوار بر یک سیگنال DC پایدار شود. برای مثال، سیگنال یک سیستم مخابراتی حاوی امواج نوری

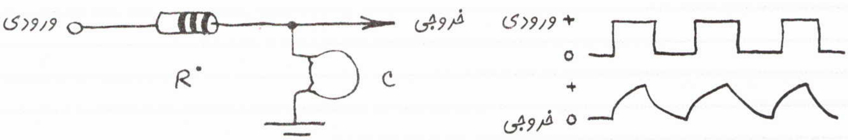
در تاریکی ممکن است به صورت شکل سمت چپ و در روز به گونه‌ای که در راست نشان داده شده ، باشد.



یک خازن می‌تواند سیگنال نوسانی را از خود عبور داده و برعکس، از عبور یک سیگنال DC پایدار کلاً جلوگیری نماید.

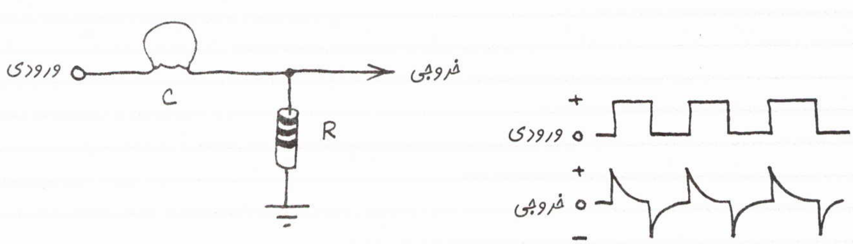
☐ **مدارات R-C** ـ مداراتی که از ترکیب یک مقاومت (R) و یک خازن (C) تشکیل می‌شوند، بسیار مهم می‌باشند. این دو مدار، انتگرال‌گیر و مشتق‌گیر می‌باشند. از هر دوی آنها در جهت شکل‌دهی مجدد یک پالس یا موج ورودی استفاده می‌شود. در این مدارات، حاصلضرب R و C، ثابت زمانی RC نامیده می‌شود. برای مدارات نشان داده شده در زیر، ثابت زمانی RC (بر حسب ثانیه)، حداقل ده برابر فاصله زمانی مابین پالس‌ها یا سیکل‌های ورودی است.

۱ـ انتگرال‌گیر ـ در زیر یک انتگرال‌گیر ساده RC نمایش داده شده است:



اگر سرعت پالس‌های ورودی زیاد شود، شکل موج خروجی (که معمولاً دندانه اره‌ای نامیده می‌شود)، به ارتفاع کامل خود (دامنه) نمی‌رسد. طراحی کردن تقویت کننده‌ای که از موج‌های فاقد یک دامنهٔ دلخواه صرفنظر کند بسیار ساده است. لذا، انتگرال‌گیر، می‌تواند به صورت فیلتری عمل کند که فقط سیگنال‌هائی را که از فرکانس خاصی کمتر هستند، از خود عبور دهد.

۲ ـ مشتق‌گیر ـ یک مشتق‌گیر ساده RC در زیر نشان داده شده است:



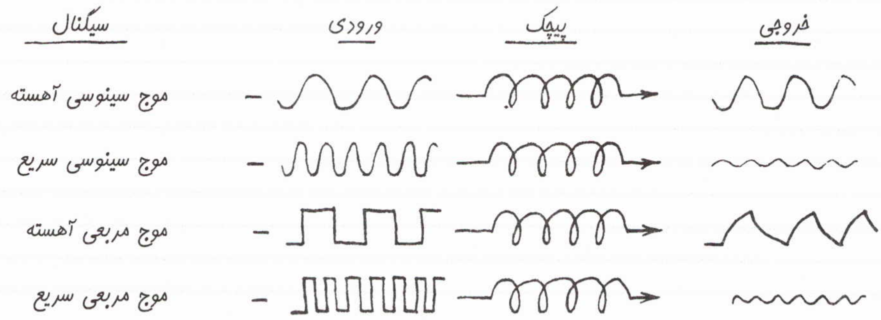
ایـن مدار، موج‌های خروجی متفاوتی با پیک‌های مثبت و منفی بسـیار دقیق تولید می‌کند. از آن در جهت تولید پالس‌های باریک مورد نیاز برای تلویزیون و همچنین راه‌اندازی مدارات منطقی دیجیتال استفاده می‌کنند.

□ **مطلب دیگری در مورد R-C ـ** اغلب ممکن اسـت به مطالبی در مورد ثابت زمانی RC یک مدار برخورد کنید. در واقع ثابت زمانی مورد بحث که بر حسب ثانیه بیان می‌شود، زمان لازم برای پر شدن یا تخلیه یک خازن تا میزان ۶۳/۳٪ از ظرفیت آن می‌باشد.

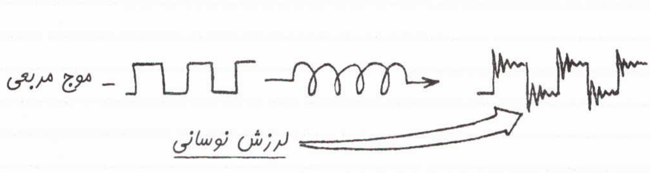
پیچک‌ها یا القاگرها

عبور الکترون‌ها از یک سـیم یا هادی باعث ایجاد یک میدان الکترومغناطیسـی در اطراف آن می‌شـود. به طوری که در فصل یک دیدید، عبور جریان از سیمی که به صورت یک حلقه پیچیده شـده باشـد، میدان قوی‌تری را ایجاد می‌کند. ایـن میدان منجر به ابداع سـولنوئیدها، موتورها و آهنرباهای الکتریکی می‌گردد. به این ترتیب وظیفه مهم‌تری به عهده پیچک‌ها گذاشته می‌شود:

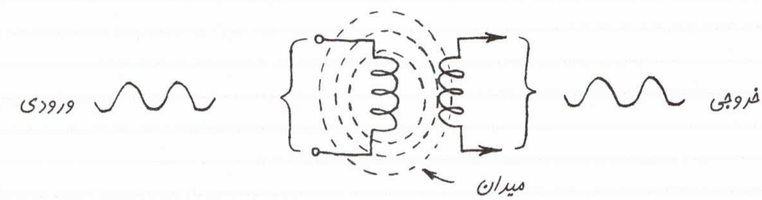
۱ـ پیچک‌هـا، با وجودی که جریان DC پایدار را بـه راحتی از خود رد می‌کنند، در مقابل عبور جریانی که با تغییرات سـریع همراه باشـد، از خود مقاومت نشان می‌دهند. در زیر چند مثال آورده شده است:



گاهی اوقات پیچک ممکن اسـت به موج مربعی که از آن می‌گذرد، یک لرزش نوسـانی اضافه کند. این اتفاق بیشتر موقعی رخ می‌دهد که مقاومت مسیر جریان خروجی متصل به دو سر پیچک، زیاد باشد.



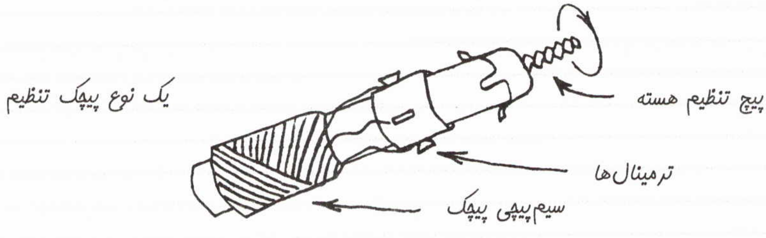
۲ـ مقداری از انرژی موجود در اطراف یک پیچک می‌تواند به پیچک دیگری که در نزدیکی آن قرار دارد انتقال یا به عبارتی القا شود. این پدیده، اصول کار ترانسفورماتور یا مبدل است:



قسمت ورودی ترانسفورماتور، اولیه و خروجی آن، ثانویه نامیده می‌شود.

☐ **انواع پیچک‌ها** ـ انواع گوناگونی از پیچک‌ها یافت می‌شوند. ذیلاً به برخی از آنها اشاره شده است:

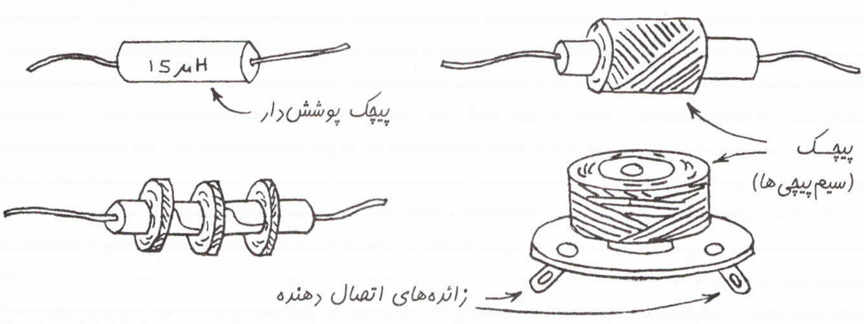
پیچک تنظیم ـ در گیرنده‌های رادیوئی برای انتخاب سیگنال یا ایستگاه مورد نظر، از پیچک‌های مختلفی بهره می‌گیرند. پیچک‌های تنظیم، انشعاب‌ها یا هسته‌های متحرکی دارند که به کمک آنها قادر به تغییر اندوکتانس (مخالفت با تغییرات جریان) و در نتیجه فرکانس تشدید هستند.



پیچک آنتن (کادر آنتن) ـ رادیوها معمولاً برای جمع‌آوری سیگنال‌های رادیوئی از یک پیچک تنظیم دیگر نیز استفاده می‌کنند. اگر سیم پیچ به طور ثابت روی زغال یا هسته فریت پیچیده شده باشد به آن کادر آنتن می‌گویند. در صورتی که سیم پیچ روی زغال یا هسته قابل تنظیم پیچیده شده باشد، بوبین آنتن نامیده می‌شود:



چوک ـ در بسیاری از مدارات به کار می‌رود و در عین حالی که یک جریان پایدار را از خود عبور می‌دهد، مسیر سیگنال‌های نوسانی را محدود یا به کل مسدود می‌کند. چوک‌ها، در اشکال و اندازه‌های گوناگونی عرضه می‌شوند:



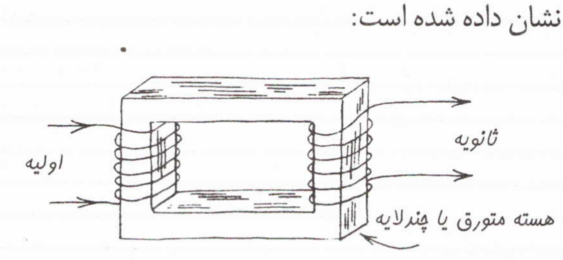
مبدل، ترانسفورمر یا به اختصار ترانس ـ آن قدر مهم هستند که یک قسمت کامل را به آنها اختصاص خواهیم داد.

☐ **کاربردهای پیچک‌ها** ـ علاوه به آنچه که گفته شد، از پیچک‌ها در فیلترهایی که حق انتخاب عبور باند فرکانسی خاصی امکان‌پذیر است، نیز استفاده می‌شود.

⚠ **احتیاط! ـ مراقب باشید. وقتی عبور جریان از داخل یک پیچک متوقف می‌شود، امکان ایجاد یک پالس با ولتاژ بسیار بالا، بعید نیست.**

ترانس‌ها

ترانس‌ها گروه خاصی از پیچک‌ها هستند که دو یا تعداد بیشتری سیم‌پیچی دارند و معمولاً به دور هسته مشترکی که از آهن‌های ورقه ورقه (لایه‌ای) تشکیل شده، پیچیده می‌شوند. یک ترانس ساده در زیر نشان داده شده است:



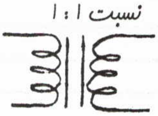
اگر جریان جاری در سیم پیچ اولیه، نوسانی باشد، در سیم‌پیچی ثانویه جریانی القا خواهد

شـد. فراموش نکنید که یک جریان DC پایدار، از یک سـیم‌پیچ به سیم‌پیچ دیگر، انتقال نخواهد یافت.

ترانس‌هـا چگونـه کار می‌کنند ـ ترانس‌هـا قابلیت تبدیل ولتاژ و جریان بـه ترازهای بالاتر و پائین‌تـر را دارنـد. البته آنها نمی‌توانند قدرتـی را از هیچ خلق نمایند! لذا اگـر ترانس، ولتاژ یک سـیگنال را تقویت کند، جریان آن را کاهش خواهد داد. و به همین منوال اگر ولتاژ یک سـیگنال را پائین بیاورد، جریان آن را بالا خواهد برد. به عبارت دیگر، تحت هیچ شـرایطی، توان خروجی یـک ترانـس نمی‌تواند از تـوان ورودی آن فراتـر رود! البته عکس آن صحت دارد یعنی همیشـه تـوان خروجـی کمی کمتر از توان ورودی اسـت زیرا جزئی از توان داده شـده به صورت گرما تلف می‌شود.

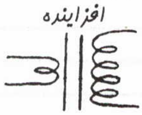
نسـبت دورها ـ نسـبت دورهای سـیم‌پیچی اولیـه به ثانویه، نسـبت ولتاژ ترانـس را معین می‌کند.

نسبت ۱ : ۱



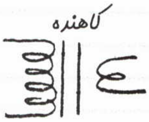
در این ترانس، که گاهی ترانس جداکننده هم نامیده می‌شود، ولتاژ و جریان اولیه و ثانویه عیناً با هم برابر هستند.

افزاینده



به دلیل نسبت دورهای اولیه و ثانویه، ولتاژ خروجی، افزایش می‌یابد. برای مثال اگر نسـبت دورها یک به پنج باشد، ترانس، ۵ ولت در ورودی را به ۲۵ ولت در خروجی مبدل خواهد ساخت.

کاهنده

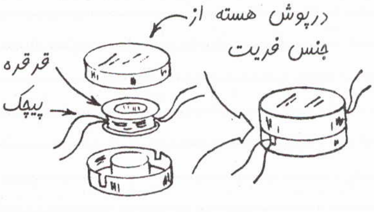


به خاطر نسبت دورهای اولیه و ثانویه، ولتاژ خروجی، کاهش می‌یابد. بـرای مثـال اگر نسـبت دورها، پنج به یک باشـد، ترانـس، ۲۵ ولت در ورودی را به ۵ ولت در خروجی، کاهش خواهد داد.

انواع و کاربردهای ترانس‌ها

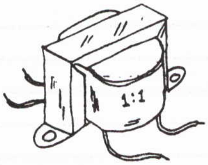
برخی از انواع مهم‌تر ترانس‌ها به شرح زیر است:

جداسازی (رابط)



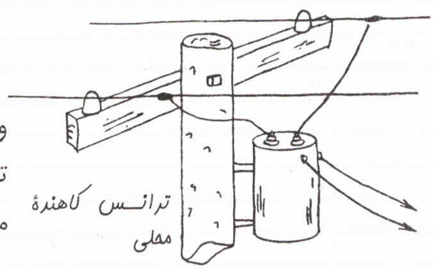
ترانس جداساز ۱ به ۱ مینیاتوری

برای جداسازی قسمت‌های مختلف یک مدار و همچنین برای پیشگیری از برق‌گرفتگی به کار می‌رود.

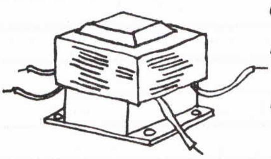


ترانس جداساز ۱ به ۱ استاندارد

تبدیل قدرت



معمولاً برای کاهش ولتاژ خط انتقال نیرو، به تراز قابل استفاده برای مصرف کننده‌ها به کار می‌رود.



ترانس قدرت

ولتاژ بالا(های ولتاژ)[۱]



درخودروهای بنزینی برای ایجاد جرقه در سرشمع‌ها به کار می‌رود. همچنین برای تأمین ولتاژ لامپ تصویرهای تلویزیون، برخی لیزرها، لامپ‌های نئون و چیزهایی از این دست مورد استفاده واقع می‌شود.

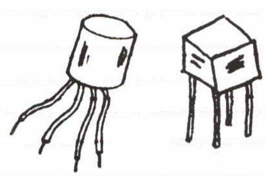


کویل جرقه‌زنی
خودرو

(۱)High Voltage

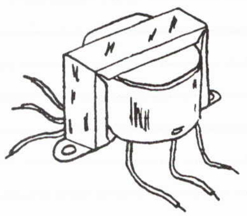
(۲) *ترانسفورماتوری با هسته هواکه ولتاژ و فرکانس بالائی دارد که می‌تواند جرقه‌های طولانی را در دو سر شکاف جرقه به وجود آورد و بیشتر جهت کارهای آزمایشگاهی از آن استفاده می‌شود.(م).*

صوتی (چوک)



ظریف

جهت سازگار کردن امپدانس (مخالفت در مقابل عبور جریان متناوب) تقویت کننده با میکروفون، بلندگو یا دستگاه‌های دیگر، به کار می‌رود.



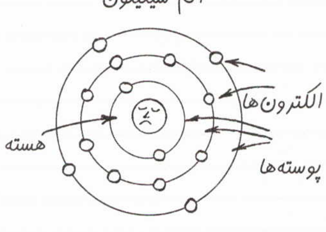
سیم‌پیچی‌های اولیه و ثانویه با سر وسط (انشعاب‌دار) یا اصطلاحاً ترانس چند سر.

فصل سوم

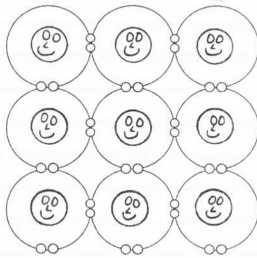
نیمه هادی‌ها

مهم‌ترین و جالب‌ترین قطعات الکترونیکی از کریستال‌هائی ساخته می‌شوند که نیمه‌هادی نام دارند. تحت شرایط مختلف، یک نیمه‌هادی قادر به ایفای نقش یک هادی یا عایق جریان الکتریسیته است.

سیلیکون



نیمه‌هادی‌های گوناگونی وجود دارند ولی سیلیکون، یعنی اصلی‌ترین عنصر در شن، معمول‌تر از بقیه است. اتم سیلیکون در پوسته خارجی خود ۴ الکترون دارد ولی به مقتضای وضعیت شیمیایی خود، مایل است تعداد آنها را به عدد ۸ برساند. لذا، یک اتم سیلیکون، با چهار اتم سیلیکون که در همسایگی‌اش قرار دارد، شریک شده و با به اشتراک گذاشتن الکترون‌های پوسته خارجی، پیوندی را بین خود ایجاد می‌کنند.

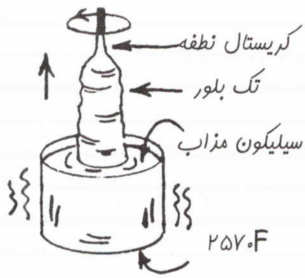


گروهی از اتم‌های سیلیکون که الکترون‌های پوسته خارجی خود را به اشتراک گذاشته و آرایش منظمی را ایجاد می‌کنند، یک کریستال نامیده می‌شوند. تصویر سمت راست، نمای بزرگ شده‌ای از یک کریستال سیلیکون است. برای ساده‌تر شدن موضوع، فقط الکترون‌های خارجی هر اتم نمایش داده شده‌اند.

۲۷/۷٪ از پوسته زمین را سیلسیم تشکیل می‌دهد. فقط اکسیژن بیشتر از آن یافت می‌شود. سیلیسیم هیچ‌وقت به صورت خالص یافت نمی‌شود و پس از خلوص، به رنگ خاکستری تیره در می‌آید.

سیلیکون را می‌توان به کریستال‌های بزرگتری رشد داد. سپس کریستال مزبور را به صورت پولکی برش داده و از آن در ساخت قطعات الکترونیک استفاده نمود.

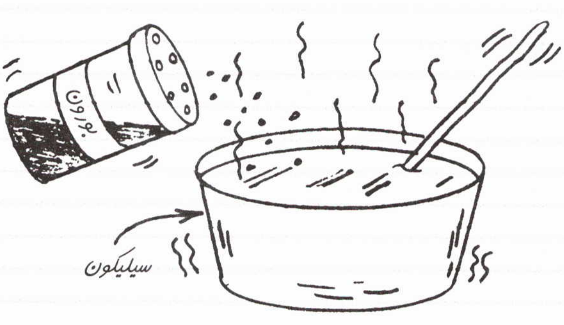




ساختار کریستالی و سایر خواص سیلیکون و الماس مشابه هم هستند با این تفاوت که سیلیکون شفاف نیست.



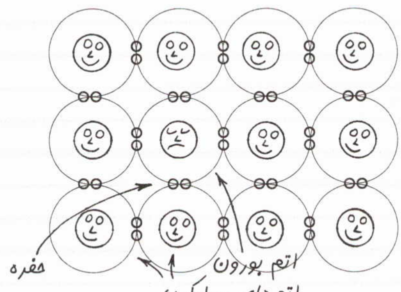
☐ **طرز تهیه سیلیکون** - سیلیکون خالص خیلی به درد نمی‌خورد. به همین علت است که سازندگان سیلیکون، در موقع ساخت، عناصر دیگری از قبیل فسفر، بورون [1] یا مواد دیگری را به آن اضافه می‌کنند. به این کار، «تقویت یا عمل‌آوری» سیلیکون گفته می‌شود. سیلیکون تقویت شده وقتی به صورت کریستالی پرورش داده می‌شود، خواص الکترونیکی بسیار مفیدی را حائز می‌گردد.



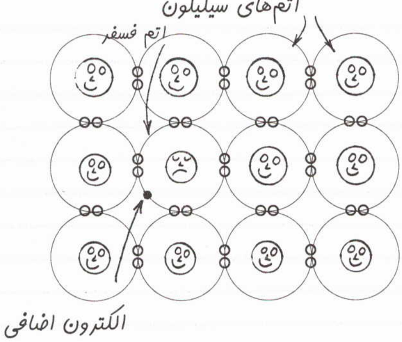
(۱) Boron که به صورت «بور» یا بُر هم نوشته می‌شود عنصر غیر فلزی با نشان B، وزن اتمی ۱۰،۸۱۱، عدد اتمی ۵، نقطه ذوب C° ۲۰۷۹، نقطه جوش C° ۲۵۵۰ و چگالی ۲،۳۴ می‌باشد(م).

□ پولک‌های سیلیکونی P و N ـ بورون، فسفر و برخی اتم‌های دیگر این قابلیت را دارند که با اتم سیلیکون پیوند تشکیل داده و کریستالی را بسازند. نکته این جاست: یک اتم بورون در پوسته خارجی خود فقط سه الکترون داشته و یک اتم فسفر در پوستهٔ خارجی خود ۵ الکترون دارد. سیلیکون و الکترون‌های اضافی فسفر، سیلیکون نوع N(یعنی منفی) را تشکیل می‌دهند. از طرفی، سیلیکون و اتم‌های ناقص بورون (که با کمبود الکترون مواجه اند)، سیلیکون نوع P(یعنی مثبت) را ایجاد می‌کنند.

□ سیلیکون نوع P ـ یک اتم بورون در میان مجموعه‌ای از اتم‌های سیلیکون، یک مکان خالی یا به عبارتی جای یک الکترون غایب را پدید می‌آورد که حفره نامیده می‌شود. برای یک الکترون که در اتم مجاور قرار دارد، این امکان وجود دارد که به داخل حفره سقوط کند. به این ترتیب، حفره به یک موقعیت جدید نقل مکان می‌کند. به خاطر داشته باشید که حرکت حفره‌ها در داخل سیلیکون، شبیه جابجائی حباب‌ها در آب است.



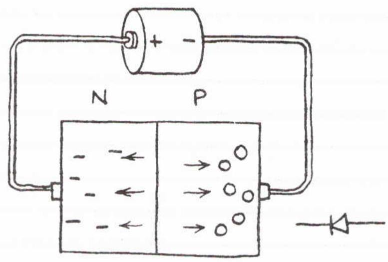
□ سیلیکون نوع N ـ وجود یک اتم فسفر در میان خوشه‌ای از اتم‌های سیلیکون، مجموعه را با یک الکترون اضافی، مواجه می‌سازد. این الکترون اضافی به سادگی قادر به جابجایی در کریستال است. به عبارت دیگر، سیلیکون نوع N می‌تواند یک جریان الکتریکی را جاری سازد. سیلیکون نوع P هم قادر به انجام این کار است. خلاصه اینکه حفره‌ها می‌توانند موجب جاری شدن جریان گردند.

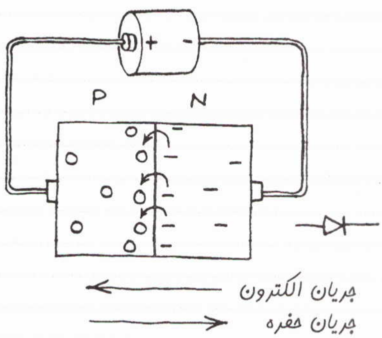


دیود

هر دو نوع سیلیکون P و N قادر به هدایت الکتریسیته هستند. مقاومت هر دو نوع، متناسب با حفره‌ها یا الکترون‌های مازاد است. لذا هر دو نوع به مثابه یک مقاومت عمل کرده و الکتریسیته را در هر جهتی هدایت می‌کنند. با تشکیل مقداری سیلیکون نوع P در یک تراشه حاوی سیلیکون نوع N، الکترون‌ها از میان سیلیکون، فقط در یک جهت حرکت خواهند کرد. این پدیده، اصول کار دیود است. ارتباط یا اتصال داخلی P-N، پیوند PN نامیده می‌شود.

دیود چگونه کار می‌کند ـ در اینجا تشریح مختصری از اینکه یک دیود چگونه الکتریسیته را در یک جهت (موافق) از خود عبور داده و از حرکت آن در جهت دیگر (مخالف) ممانعت به عمل می‌آورد، ارائه می‌گردد.





در اینجا، بار الکتریکی باتری باعث جذب حفره‌ها و الکترون‌ها شده و آنها را از محل پیوند دور می‌سازد و لذا هیچ جریانی در مدار جاری نمی‌شود.

در این شکل، بار الکتریکی باتری موجب پس زدن حفره‌ها و الکترون‌ها به سمت محل پیوند می‌شود. در مورد سیلیکون، اگر ولتاژ باتری بیش از ۰/۶ ولت[1] باشد، الکترون‌ها از پیوند عبور کرده و با حفره‌ها ترکیب می‌شوند. سپس جریان در مدار جاری می‌گردد.

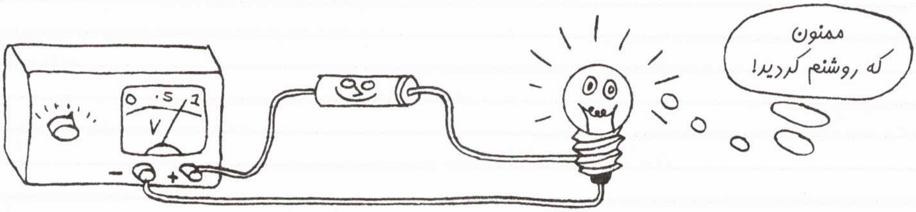
یک دیود معمولی ـ دیودها معمولاً در داخل یک استوانه شیشه‌ای کوچک جاسازی شده‌اند. وجود یک نوار مشکی، ترمینال کاتد را مشخص می‌سازد. به این ترتیب، ترمینال دیگر آند خواهد بود.

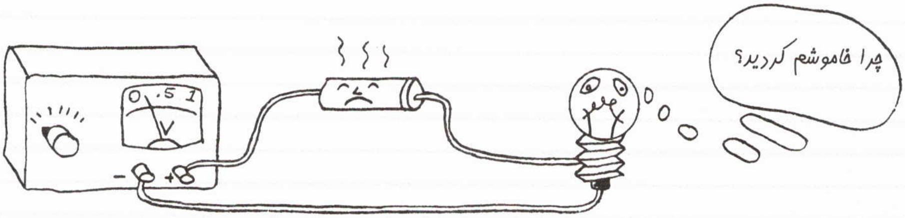


عملکرد دیود ـ به طوری که ملاحظه کردید، یک دیود در واقع یک شیر یک طرفهٔ الکترونیکی می‌باشد. دانستن چند نکته دیگر در مورد دیودها بسیار مهم است. برخی از کلیدی‌ترین آنها در زیر آورده شده است:

(۱) این اندازه برای دیودهای ژرمانیومی حدود ۰/۲ ولت است (م).

۱ـ یک دیود حتی اگر در بایاس موافق هم واقع شود، جریان را هدایت نخواهد کرد مگر اینکه ولتاژ اعمال شده، به یک حدآستانه که برای دیودهای سیلیکونی حدود ۰/۶ ولت است، برسد.



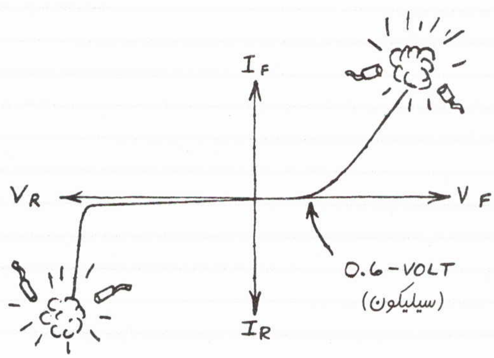




۲ـ اگر جریان موافق داده شده از حد مجاز بگذرد، تراشه نیمه‌هادی ذوب شـده یا تَرک می‌خورد! و اتصال داخلی ممکن است قطع شود. اگر تراشـه ذوب شـود، دیود ممکن اسـت به ناگهـان از هر دو جهت هدایت کند. گرمای ایجاد شده تراشه را دود خواهد کرد!

۳ـ اعمـال ولتاژ مخالف اضافی باعث می‌شـود کـه دیود در جهت نادرسـت هدایـت کند. چـون ولتاژ مزبور زیاد اسـت، ضربهٔ ناشـی از جریان ناگهانی ممکن است دیود را متلاشی و خراب کند.

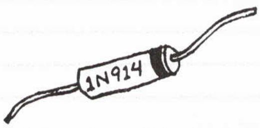
☐ **جمع‌بنـدی عملکـرد دیودها ـ** این نمـودار، عملکرد دیودهـا را به صورت تقریبی نمایش می‌دهد.



V_F = ولتاژ موافق
V_R = ولتاژ مخالف
I_F = جریان موافق
I_R = جریان مخالف

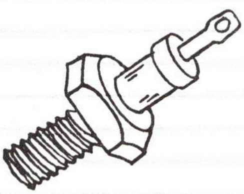
انواع دیودها ـ دیودها در انواع گوناگونی در دسترس هستند. برخی از انواع مهم‌تر به شرح زیر می‌باشند:

مخصوص سیگنال‌های کوچک



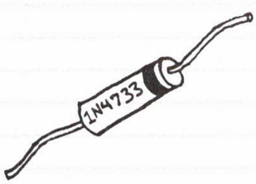
از این دیودها برای : تبدیل جریان‌های متناوب ضعیف به DC، آشکارسازی (دمدولاسیون) سیگنال‌های رادیوئی، زیاد کردن ولتاژ،ایجاد یک منطق دیجیتال، جذب ضربه‌های پالسی و کارهائی از این دست بهره می‌گیرند.

یکسو کنندهٔ قدرت



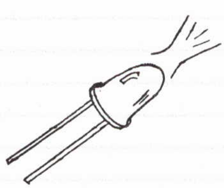
درست شبیه دیود قبلی با این تفاوت که قابلیت عبور دادن جریانات بسیار بالاتری را دارد. این دیودها که بیشتر در منابع تغذیه به کار می‌روند، در یک محفظه فلزی بزرگ جاسازی شده‌اند و گرمای تولیدی خود را به هیت سینک یا گرماگیری که به آنها متصل شده، هدایت می‌کنند.

زنر(1)



این دیودها طوری طراحی شده‌اند که ولتاژ شکست مخالف مشخصی دارند(یعنی از یک ولتاژ مشخص به بعد، جریان را در جهت مخالف هم هدایت می‌کنند). این به آن معنی است که زنر در واقع یک کلید حساس به ولتاژ است. دیودهای زنر با ولتاژهای شکست از ۲ تا ۲۰۰ ولت در بازار در دسترس هستند. این دیودها بصورت بایاس مخالف یا معکوس در مدار قرار می‌گیرند.

نور افشان یا LED

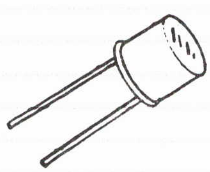


همه دیودها وقتی در بایاس موافق واقع شوند، مقداری تشعشعات الکترومغناطیسی از خود منتشر می‌کنند. دیودهائی که از نیمه‌هادی‌های خاصی ساخته شده باشند(مثل گالیم آرسناید فسفات) تشعشعاتی بیش از دیودهای سیلیکونی از خود ساطع می‌کنند. به این دیودها، دیودهای نورافشان یا LED می‌گویند.

---

(۱) این دیود که همیشه در بایاس مخالف مورد استفاده قرار می‌گیرد اولین بار در سال ۱۹۳۳ توسط شخصی به همین نام (Zener) ابداع گردید(م).

نوری



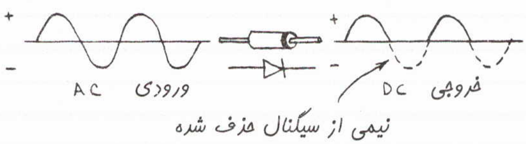
همــه دیودها وقتی در مقابل تابش نور قرار می‌گیرند تا حدی متأثر می‌شــوند. به دیودهائی که مخصوص آشکارسازی نور ساخته شده‌اند، فتودیود یا دیودهای نوری می‌گویند. در بالای محفظه آنها یک پنجرهٔ شیشــه‌ای یا پلاســتیکی کوچک تعبیه شــده که نور از آنجــا وارد دیود می‌شود. معمولاً این دیودها، ناحیه پیوندی بزرگی دارند. دیودها نوری خوب معمولاً از جنس سیلیکون هستند.

دیودها چگونهٔ مورد استفاده واقع می‌شوند

در فصــل ۹ ملاحظه خواهید کرد کــه دیودهای مختلف چگونه در مدارات به کار می‌روند. فعلا در اینجا به دو نقش عمدهٔ دیودهای سیگنال کوچک و یکسوسازها اشاره می‌کنیم.

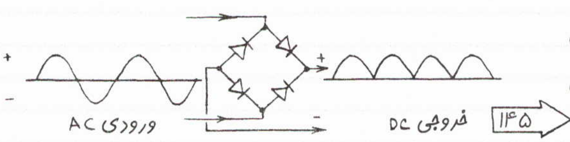
☐ یکسو ساز نیم‌موج

یک ســیگنال یــا ولتاژ موجی شــکل (AC) با استفاده از یکسوساز، به سیگنال یا ولتاژ تک‌قطبی (DC) مبدل می‌گردد.



☐ یکسوساز تمام موج

این شــبکه چهــار دیــودی (یا پل یکسوســاز) هر دو نیمهٔ یک ســیگنال AC را یکسو می‌کند.



❋ چند نکته اضافی درباره جهت عبور جریان

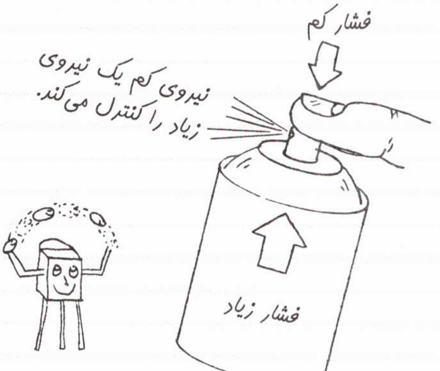
جریان الکتریکی، حرکت الکترون ها در یک هادی یا نیمه‌هادی است. از آنجایی که الکترون‌ها از ناحیهٔ با بار منفی به ناحیهٔ با بار مثبت نقل مکان می‌کنند، چرا فلش یا پیکان نشان داده شده در روی علامت دیود، به سمت جهت مخالف نشانه می‌رود؟ دو دلیل وجود دارد:

۱ـ بــا بنجامین فرانکلین شــروع کنیم. او عــرف را بر این پایه قرار داد که الکتریســیته از ناحیه مثبــت بــه ناحیه منفی جریان پیدا می‌کند. کشــف الکترون این بــاور را تصحیح کرد. هر چند که در بسیاری از مدارات الکتریکی، هنوز هم از همان روش قدیمی که قطب مثبت منبع تغذیه در بالای قطب منفی قرار می‌گرفت، تبعیت می‌شود. درست مثل اینکه نیروی جاذبه در جاری شدن جریان تأثیری دارد.

۲ـ در یک نیمه‌هادی، همان‌طوری که در صفحه (۶۶) نشان دادیم، جهت حرکت حفره‌ها، درست برعکس جهت عبور الکترون‌ها است. به این ترتیب، این گونه مرسوم شده که به عبور جریان مثبت در نیمه‌هادی‌ها توجه شود.

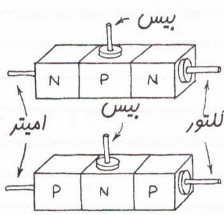
به هر حال در این کتاب، عبور جریان در جهت عبور الکترون‌ها اتخاذ شده است. ولی نشانه‌هائی را به کار برده‌ایم که جریان حفره‌ها را نشان می‌دهند.

ترانزیستور



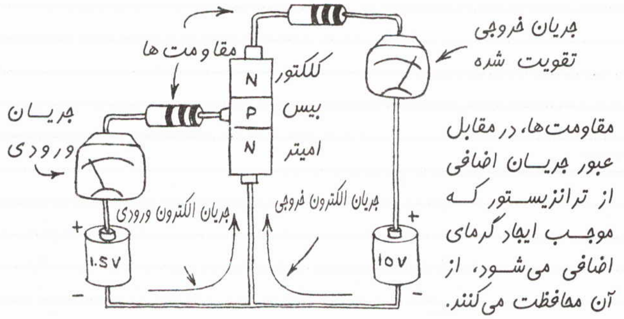
ترانزیستورها نیمه‌هادی‌هائی هستند که سه ترمینال یا پایه دارند. یک ولتاژ یا جریان بسیار کوچک در یکی از پایه‌ها، می‌تواند عبور جریان بسیار بزرگتری از دو پایه دیگر را کنترل کند. این به آن معنی است که ترانزیستور می‌تواند به عنوان کلید یا تقویت کننده مورد استفاده واقع شود. دو گروه اصلی‌تر ترانزیستورها عبارتند از: دوقطبی و اثر میدانی.

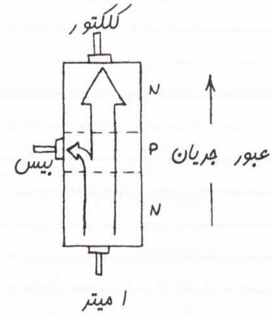
ترانزیستورهای دوقطبی



با اضافه کردن یک پیوند دیگر به یک دیود پیوندی PN، یک مجموعه سیلیکونی سه لایه خواهید داشت. این مجموعه می‌تواند به صورت NPN یا PNP باشد. در هر صورت لایه وسطی شبیه یک دروازه (گیت) یا شیر عمل کرده و حرکت جریان از میان سه لایه را کنترل خواهد کرد.

☐ **عملکرد ترانزیستورهای دوقطبی ـ** لایه‌های یک ترانزیستور دوقطبی: امیتر، بیس و کلکتور هستند. بیس بسیار نازک بوده و اتم‌های اضافی بیشتری از امیتر و کلکتور را در خود جای داده است. لذا، یک جریان بسیار کوچک در امیتر ـ بیس قادر به کنترل جریان بسیار زیادی در امیتر ـ کلکتور می‌شود.



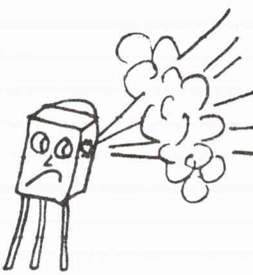


□ نکات دیگری در مورد عملکرد ترانزیستورهای دوقطبی ـ دیودها و ترانزیستورها وجوه مشترک اساسی زیادی دارند:



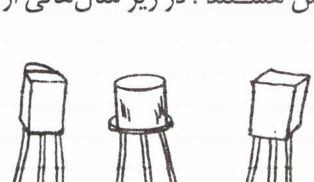
۱ـ پیوند بیس ـ امیتر (یا دیود) هیچ جریانی را از خود عبور نمی‌دهد مگر اینکه ولتاژ موافق از حد ۰/۶ولت تجاوز کند.

۲ـ عبور جریان خیلی زیاد از ترانزیستور باعث گرم شدن آن شده و عملکرد آن را مختل می‌کند. وقتی به ترانزیستور دست می‌زنید، اگر گرمای آن را احساس می‌کنید، بلافاصله تغذیهٔ آن را قطع کنید.



۳ـ اعمال جریان یا ولتاژ اضافی به تراشه‌ای که یک ترانزیستور را تشکیل می‌دهد می‌تواند باعث وارد آمدن خسارت یا از کارافتادگی کامل آن گردد. اگر خود تراشه آسیب ندیده باشد، ممکن است پایه‌های ظریف آن ذوب شده یا از بدنهٔ تراشه جدا شوند. هیچ‌وقت یک ترانزیستور را به صورت غیر متعارف در مدار نصب نکنید یعنی ابتدا از محل صحیح قرارگیری پایه‌های کلکتور، بیس و امیتر اطمینان حاصل کرده، سپس آن را در جای مورد نظر نصب و لحیم کنید.

□ انواع ترانزیستورها ـ ترانزیستورهای گوناگونی در دسترس هستند. در زیر مثال‌هائی از مهم‌ترین آنها ارائه شده است:



ترانزیستورهای سیگنال کوچک(۱) و سویچینگ

از این ترانزیستورها برای تقویت سیگنال‌های ضعیف استفاده می‌کنند. ترانزیستورهای سویچینگ به این منظور

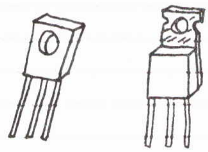
---

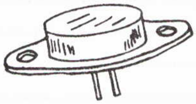
(۱) هرگاه از یک تقویت کننده به منظور تقویت ولتاژ یا جریان استفاده کنیم به صورتی که سیگنال خروجی، نمونهٔ بزرگ شده و بدون اعواج سیگنال ورودی باشد، به آن تقویت کننده سیگنال کوچک می‌گویند(م).

طراحی شده‌اند که کاملاً روشن یا خاموش باشند. در این میان ترانزیستورهائی هم وجود دارند که هر دو وظیفه تقویت کنندگی و سویچینگ را به خوبی انجام می‌دهند.

ترانزیستورهای قدرت

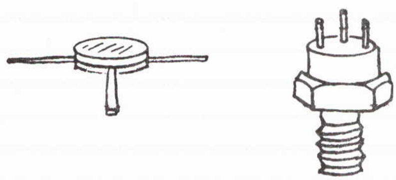
از این ترانزیستورها در تقویت کننده‌های قوی و منابع تغذیه استفاده می‌شود. اندازه بزرگ و سطوح فلزی در تماس آنها با هوا، باعث خنک شدن این ترانزیستورها می‌گردد.


نمونهٔ تخت یا رادیاتی

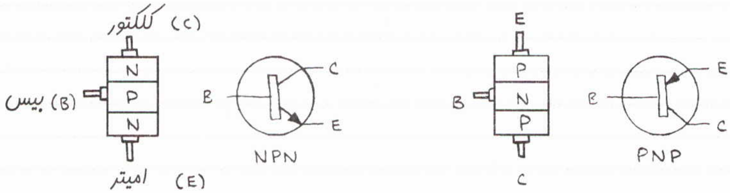

نمونهٔ قابلمه‌ای

ترانزیستورهای فرکانس بالا

از این ترانزیستورها در رادیو، تلویزیون و فرکانس‌های میکروویو (ریز موج) استفاده می‌شود. لایه بیس آنها خیلی نازک بوده و تراشه واقعی بسیار کوچک است.



☐ **نشانه‌های ترانزیستورهای دوقطبی ـ** فلش‌ها، جهت حرکت حفره‌ها را نشان می‌دهند.



ترانزیستورهای دوقطبی چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

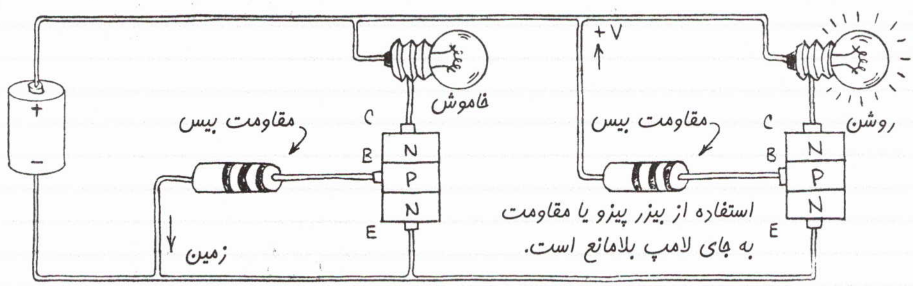
وقتی بیس یک ترانزیستور NPN به زمین (صفر ولت) وصل می‌شود، در واقع ترانزیستور خاموش بوده و هیچ جریانی از امیتر به کلکتور جاری نمی‌گردد. اگر با اعمال حداقل ۰/۶ ولت، بیس در بایاس موافق قرار گیرد، ترانزیستور فعال شده و جریانی از امیتر به کلکتور جاری می‌شود. وقتی عملکرد فقط به این دو حالت محدود شود، ترانزیستور به مثابه یک کلید، عمل می‌کند. اگر بیس در بایاس موافق قرار گیرد، با اعمال یک جریان جزئی به بیس، جریان بزرگ امیتر ـ کلکتور به سادگی تحت کنترل خواهد بود. در این صورت، ترانزیستور به عنوان یک تقویت کننده، انجام وظیفه می‌کند. این بحث به ترانزیستوری اطلاق می‌شود که در آن، امیتر، هم در خروجی و هم در ورودی به زمین

متصل گردیده و به آن، آرایش امیتر مشترک گفته می‌شود. یک مدار امیتر مشترک ساده در شکل بعدی داده شده است. به این ترتیب می‌توانید نحوه استفاده از آن در مدارات واقعی را ملاحظه کنید. در فصل ۹، هر مثال، به یک عملکرد به خصوص اشاره دارد. ۱۳۲

یک کلید ترانزیستوری دوقطبی

فقط اعمال دو ورودی ممکن است: زمین (صفر ولت) و ولتاژ مثبت باتری (+V)، بنابراین ترانزیستور، یا روشن است یا خاموش. مقاومتی که معمولاً در بیس به کار برده می‌شود بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ اهم است. اگر به جای مقاومت از یک سیم استفاده کنیم، از یک فاصله قابل ملاحظه قادر به روشن و خاموش کردن لامپ خواهیم بود.

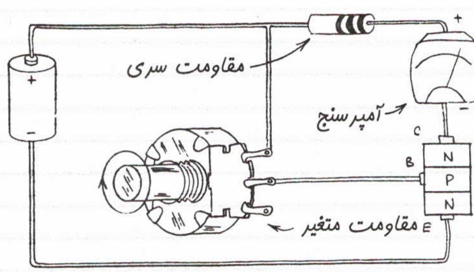
۱۵۰



یک تقویت کننده DC با ترانزیستور دوقطبی

مقاومت متغیر (پتانسیومتر)، ترانزیستور را در بایاس موافق قرار داده و جریان ورودی (بیس ـ امیتر) را کنترل می‌نماید. آمپرسنج، جریان خروجی (کلکتور ـ امیتر) را نمایش می‌دهد. مقاومت سری، آمپرسنج را از گزند جریان اضافی محافظت می‌کند.

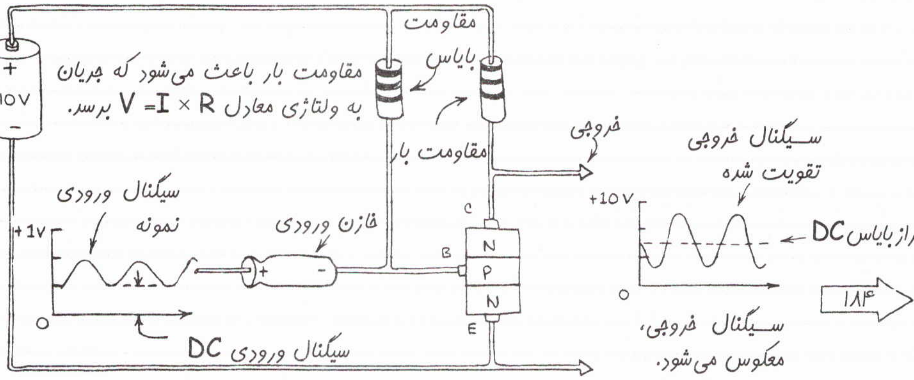
۱۵۰



در مدارات عملی، مقاومت متغیر را می‌توان به صورت سری با قطعه دومی قرار داد که مقاومت

آن با دما، نور، رطوبت و چیزهائی از این دست، تغیر کند. برای مثال، در رطوبت‌سنج نشان داده شده در صفحه ۱۵۰، آب، نقش مقاومت متغیر را ایفا می‌کند. وقتی سیگنال ورودی تغییر سریعی داشته باشد، می‌توان از تقویت کننده شکل بعدی بهره گرفت.

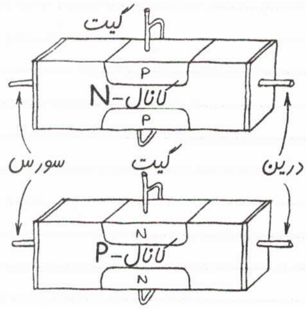
□ **یک تقویت کننده AC با ترانزیستور دوقطبی -** این تقویت کننده، ساده‌ترین تقویت کنندهٔ AC می‌باشد. خازن ورودی، از دخول هر سیگنال DC به ورودی ممانعت به عمل می‌آورد.



مقاومت بایاس به گونه‌ای گزیده شده که ولتاژ خروجی، معادل نصف ولتاژ باتری باشد. سیگنال تقویت شده، سوار بر ولتاژ خروجی پایدار شده و در بالا و پائین آن نوسان می‌کند. بدون مقاومت بایاس، فقط نیمهٔ مثبت سیگنال ورودی، که بیش از ۰/۶ ولت باشد (صفحه ۶۷ را ببینید)، تقویت می‌شود. این عمل باعث ایجاد اعوجاج‌های جدی خواهد شد. اکنون برای اینکه ببینید یک نمونه عملی این تقویت کننده چگونه کار می‌کند به صفحه (۱۸۴) مراجعه کرده و قسمت خروجی فرستنده صوتی با امواج نوری را ملاحظه کنید.

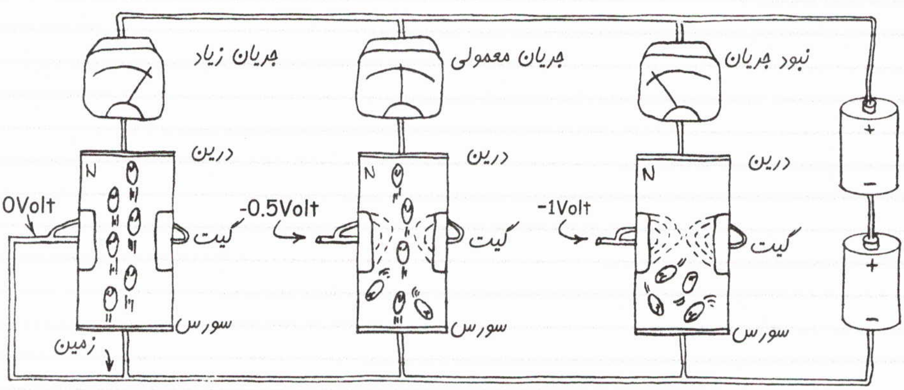
ترانزیستورهای اثر میدان

ترانزیستورهای اثر میدان یا اختصاراً FETها، بسیار مهم‌تر از ترانزیستورهای دوقطبی هستند. آنها به سیلیکون کمتری نیاز داشته و ساخت‌شان بسیار آسان‌تر است. این ترانزیستورها در دو گروه اصلی عرضه می‌شوند: پیوندی و نیمه‌هادی اکسید فلزی یا اختصاراً، MOS. در هر دو نمونه، جریان خروجی با یک ولتاژ ورودی بسیار کوچک کنترل شده و عملاً جریان ورودی قابل توجهی وجود ندارد.



FETهای پیوندی ـ اصلی‌ترین انواع FETها، N کانال یا کانال ـ N و P کانال یا کانال ـ P هستند. کانال، شبیه یک مقاومت سیلیکونی است که جریان را از سمت سورس به طرف درین راهبری می‌کند. وجود یک ولتاژ در محل گیت، باعث افزایش مقاومت کانال و کاهش جریان درین ـ سورس می‌شود. لذا، از FET می‌توان به عنوان یک تقویت کننده یا کلید استفاده نمود.

عملکرد FET پیوندی ـ آرایش زیر نحوه کار یک FET کانال - N را نشان می‌دهد. وجود یک ولتاژ منفی در گیت، دو ناحیه (میدان) با مقاومت بالا در کانالی که در مجاورت سیلیکون نوع P است، ایجاد می‌نماید. هر چه ولتاژ گیت بیشتر باشد، میدان‌ها بیشتر در هم ادغام شده و یکپارچه می‌گردند تا جائی که عبور جریان را به کلی مسدود می‌کنند. مقاومت کانال گیت، بسیار زیاد است.



نکات دیگری درباره FETهای پیوندی ـ از آنجائی که این ترانزیستورها که اختصاراً JFET نامیده می‌شوند، با ولتاژ کنترل می‌گردند، مزایای مهمی بر ترانزیستورهای دوقطبی که با جریان کنترل می‌شوند، دارند.

۱ـ مقاومت کانال گیت یک JFET بسیار زیاد و در حدود میلیون اهم است. لذا، JFET به قطعات خارجی یا مداری که به گیت آن متصل است، اثری نداشته یا تأثیر آن بسیار اندک است.

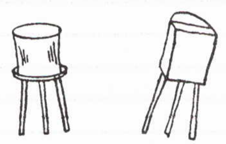
۲ـ بسیار زیاد بودن مقاومت کانال گیت به این معنی است که عملاً هیچ جریانی در مدار گیت جاری نمی‌شود. راستی چرا اندازه مقاومت مزبور اینقدر زیاد است؟ گیت و کانال در واقع یک دیود

را تشـکیل می‌دهند. تا زمانی که سـیگنال ورودی، این دیود را در بایاس مخالف قرار دهد، گیت، مقاومت ورودی بسیار زیادی خواهد داشت.

۳ـ درسـت شبیه ترانزیسـتورهای دوقطبی، JFET ها هم اگر با جریان یا ولتاژ اضافی مواجه شوند، آسیب دیده یا به کلی از بین می‌روند.

☐ **انواع JFETها ـ** از این ترانزیسـتورها در کاربردهای گوناگونی استفاده می‌شود. از آنجائی که آنها را در جاهائی که توان زیادی مصرف می‌شود، نمی‌توان به کار برد، اکثراً در محفظه‌های فلزی یا پلاستیکی کوچکی جاسازی می‌شوند. طبقه‌بندی اصلی این ترانزیستورها به صورت زیر است:

❋ سیگنال کوچک و سویچینگ



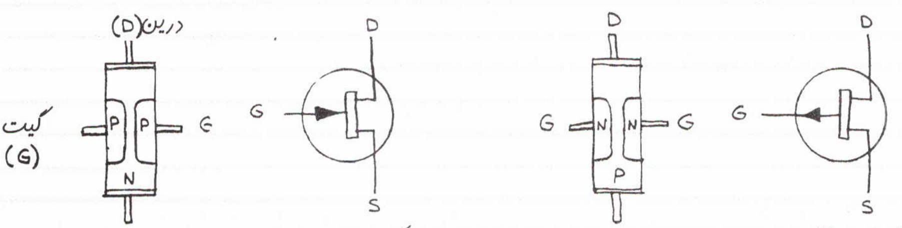
این ترانزیستورها در طبقهٔ ورودی تقویت کننده‌ها و برای تأمین یـک ورودی با مقاومت بالا به کار گرفته می‌شـوند. همچنین از آنها در جهت عملیات سویچینگ نیز استفاده می‌شود.

❋ فرکانس بالا



از این ترانزیستورها جهت تقویت یا تأمین سیگنال‌های با فرکانس بالا، استفاده می‌کنند.

☐ **نشانه‌های JFETها ـ** گیت‌ها به صورت داخلی به یکدیگر متصل هستند.

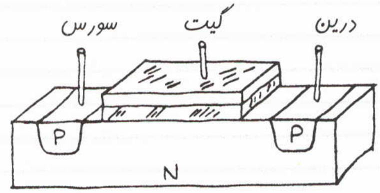


کانال ـ N   کانال ـ P

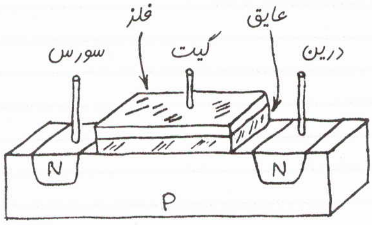
FETهای «فلز ـ اکسید ـ نیمه هادی» یا MOSFET

ایـن قطعـه، به مهمتریـن انواع ترانزیسـتورها بـدل گردیده اسـت. اکثـر میکروکامپیوترها و آی‌سـی‌های حافظه، در واقع مجموعه‌ای از هزاران MOSFET هسـتند که بر روی تراشه بسیار ظریفی جاسازی شده‌اند. چرا؟ به خاطر اینکه ساخت‌شان بسیار ساده بوده، بسیار ظریف و کوچک هستند و بالاخره اینکه مدارات ساخته شده با MOSFETها، توان مصرفی بسیار ناچیزی دارند.

انواع جدیدی از MOSFETهای قدرت هم عرضه شده‌اند که بسیار مفید می‌باشند.

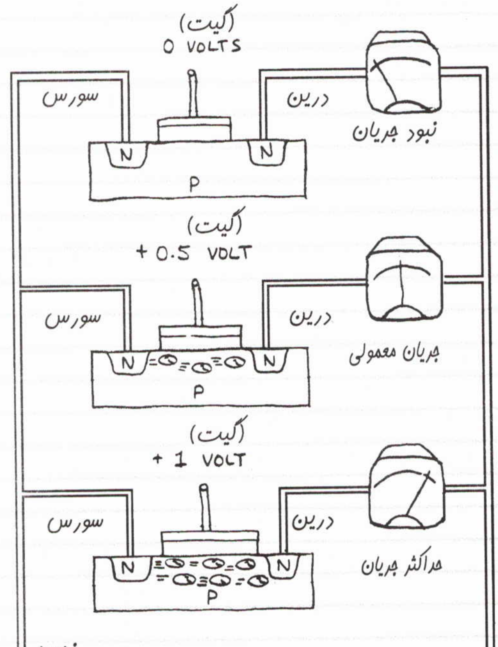


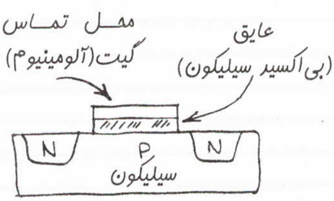
P-MOSFET



N-MOSFET

□ **عملکرد MOSFET** ـ همه MOSFETها از نوع N یا P هستند. برخلاف FETهای پیوندی، گیت یک MOSFET با سورس یا درین، هیچ تماس الکتریکی ندارد. یک لایهٔ شیشه‌ای مانند، از جنس بی‌اکسید سیلیکون (به عنوان عایق)، تماس فلزی گیت از بقیه ترانزیستور را جدا می‌سازد.





وجود یک ولتاژ مثبت در گیت، الکترون‌ها را به سمت ناحیه‌ای که در زیر گیت واقع شده‌اند، جذب می‌کند. این عمل باعث ایجاد یک کانال نوع N نازک در سیلیکون نوع P مابین سورس و درین می‌گردد. از این پس، جریان قابلیت عبور از کانال را پیدا کرده و ولتاژ گیت، مشخص کننده مقاومت کانال خواهد بود.

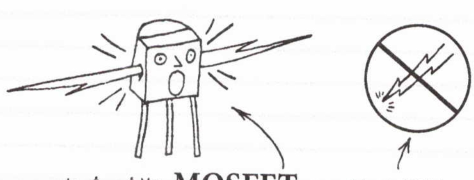
□ **نکات بیشتری در مورد MOSFETها ـ** مقاومت ورودی MOSFET از هر ترانزیستور دیگری بیشتر است. این و بسیاری عوامل دیگر هستند که باعث می‌شوند مزایای بی‌شماری به MOSFETها تعلق بگیرد:

۱ـ مقاومت کانال گیت تقریباً بی‌نهایت است (معمولاً 10^{15} اهم). این به آن معنی است که گیت، هیچ جریانی را از مدارات خارجی نمی‌کشد (آمپر کشیده شده آنقدر ناچیز است که به راحتی می‌توان از آن صرفنظر کرد).

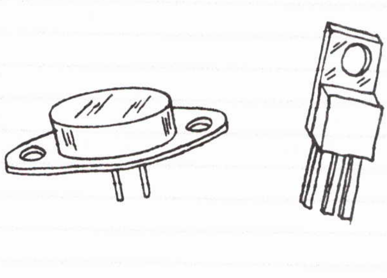
۲ـ MOSFETها، می‌توانند به عنوان یک مقاومت متغیر قابل کنترل با ولتاژ عمل کنند. مقاومت کانال به وسیلهٔ ولتاژ گیت کنترل می‌گردد.

۳ـ MOSFETهای جدید قادرند در یک زمان بسیار کوتاه، جریان زیادی را قطع و وصل نمایند.

⚠ **احتیاط** ـ به دلیل نازک بودن بیش از اندازهٔ لایه شیشه‌ای مانند اکسید سیلیکون واقع در زیر گیت، اعمال ولتاژ زیاد یا حتی الکتریسیته ساکن قادر به سوراخ کردن آن می‌باشد. این قضیه آنقدر جدی است که حتی الکتریسیته ساکن جمع شده در لباس یا یک روکش پلاستیکی هم قادر به خراب کردن گیت یک MOSFET می‌باشد.

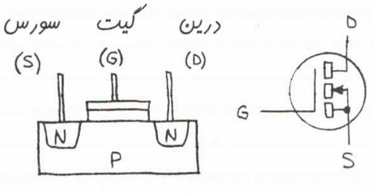


□ **انواع MOSFETها ـ** درست شبیه JFETها، MOSFETها هم که در محفظه‌های فلزی یا پلاستیکی کوچک جاسازی شده‌اند، جهت تأمین یک مقاومت ورودی بسیار زیاد برای تقویت کننده‌ها به کار می‌روند. از آنها همچنین به عنوان کلید و ایجاد مقاومت‌های کنترل شده با ولتاژ، بهره می‌گیرند.

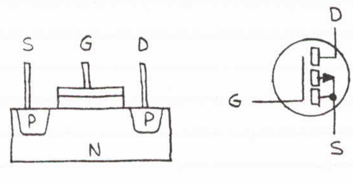


مهم‌ترین MOSFET مورد استفاده، MOSFET قدرت می‌باشد. MOSFETهای قدرت جهت انجام عملیات سویچینگ فقط به چند ولت نیاز داشته و در عین حال قادرند جریان بسیار زیادی را با سرعت خارق‌العاده‌ای، تقویت کنند.

□ **نشانه‌های MOSFET** ـ معمول‌ترین نشانه‌ها در زیر داده شده‌اند:



N-MOSFET

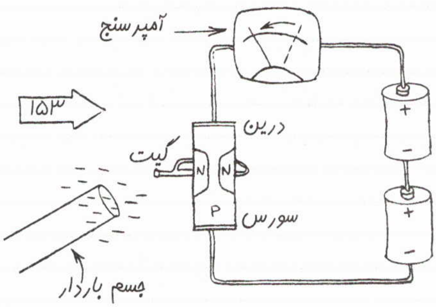


P-MOSFET

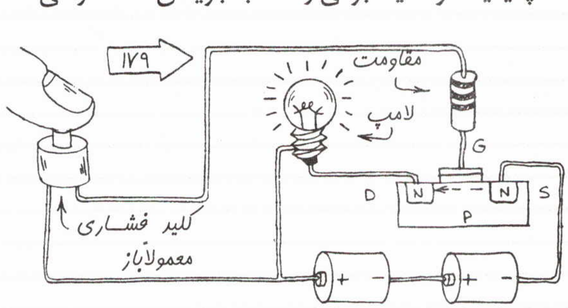
FETها چگونه به کار می‌روند

از این قطعات بیشتر در نقش: تقویت کننده‌ها، کلیدها و مقاومت‌های کنترل شده با ولتاژ، سود می‌جویند. آرایش چند مدار نمونه که در آنها از MOSFETها استفاده شده در زیر دیده می‌شود:

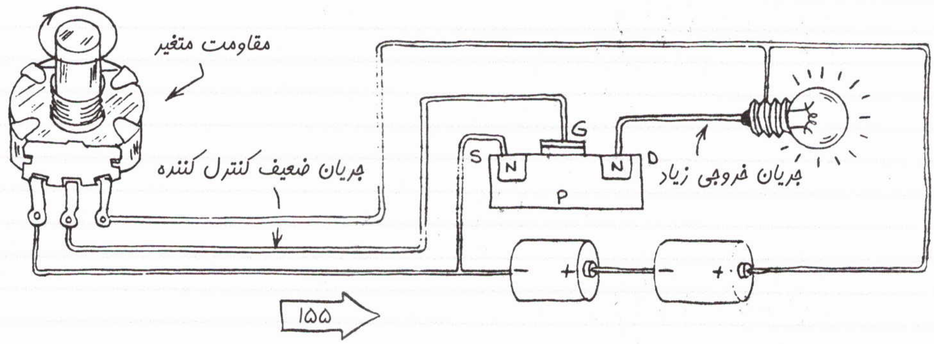
□ **یک برق‌نما با JFET** ـ این مدار بسیار ساده، نمونه الکترونیکی برق‌نما یا الکتروسکوپی است که جلوتر توضیح داده شد. سرسیم گیت یک JFET از نوع N کانال بدون اینکه به جائی متصل شود، به حال خود رها شده است. در حالت عادی، جریانی از سورس به درین جاری می‌باشد. وقتی جسمی با بار منفی (شبیه یک شانه پلاستیکی که موهای‌تان را با آن مرتب کرده‌اید) به گیت نزدیک شود، جریان مدار کاهش یافته یا متوقف می‌گردد.



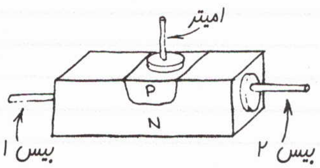
□ **یک MOSFET برای راه‌اندازی لامپ** ـ این مدار، نحوه استفاده از یک MOSFET قدرت در جهت روشن کردن یک لامپ یا یک وسیله برقی را که با جریان DC کار می‌کند، نشان می‌دهد. از آنجائی که مقاومت ورودی MOSFET تقریباً بی‌نهایت است، به جای کلید می‌توان از یک سیگنال بسیار ضعیف و زودگذر سود جست.



□ یک جور دیمر (کم و زیاد کننده شدت نور) لامپ با MOSFET ـ این مدار، از یک MOSFET قدرت در نقش یک مقاومت قابل کنترل با ولتاژ بهره می‌گیرد.

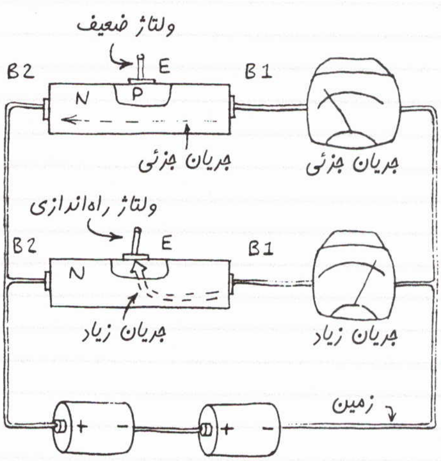


ترانزیستور تک‌پیوندی



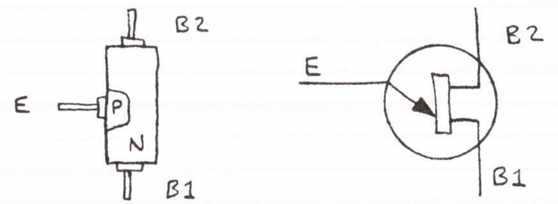
UJT یا ترانزیستور تک‌پیوندی در واقع یک ترانزیستور نیست. بیشتر شبیه یک دیود با دو کاتد می‌باشد. این ترانزیستور قابلیت تقویت کنندگی نداشته و شبیه یک کلید قابل کنترل با ولتاژ است.

□ عملکرد UJT



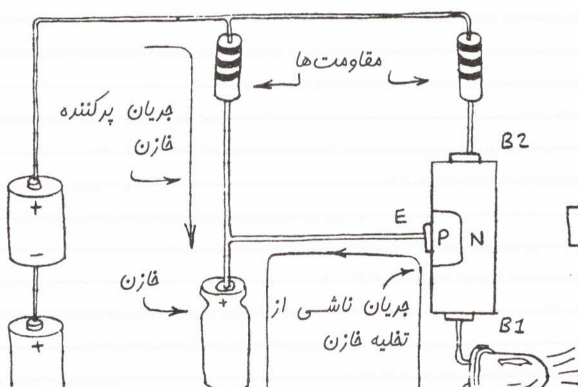
در حالت عادی، جریان ضعیفی از بیس ۱ به بیس ۲ عبور می‌کند. وقتی ولتاژ اعمال شده به امیتر به یک حد آستانه مشخص می‌رسد (چندین ولت)، UJT به وضعیت روشن رفته و جریان بسیار زیادی از بیس ۱ به امیتر سرازیر می‌شود. به محض اینکه ولتاژ از حد آستانهٔ مزبور کمتر شود، این جریان قطع می‌گردد.

□ **نشانهٔ *UJT* ـ** نشانهٔ این قطعه بسیار شبیه به نشانهٔ JFET است.



ترانزیستورهای تک پیوندی چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

آرایش نشان داده شده باعث چشمک زدن LED می‌گردد. جریان آنقدر به سمت خازن هدایت می‌شود که ولتاژ راه‌اندازی UJT به حد مورد نیاز برسد. سپس جریان خازن از طریق LED تخلیه می‌شود. LED آنقدر روشن می‌ماند تا خازن کاملاً تخلیه شود. به این ترتیب چرخهٔ «پر و خالی شدن» خازن، مرتباً تکرار می‌گردد.

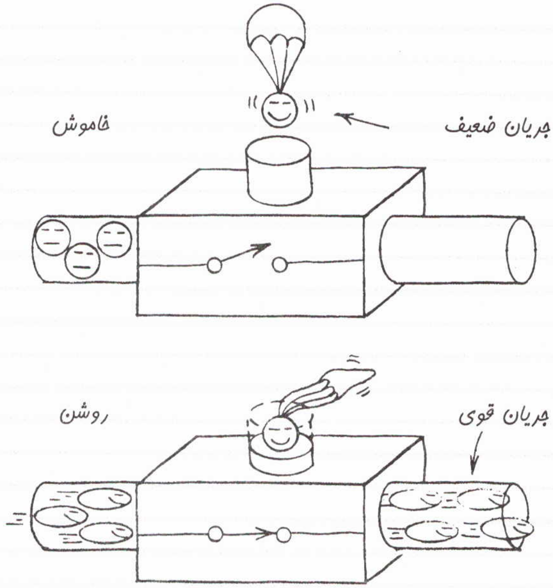


۱۵۷

تریستور

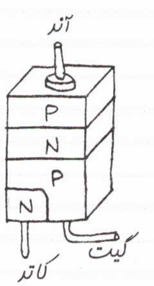
تریستور یک نیمه‌هادی با سه ترمینال یا پایه است. اعمال یک جریان ناچیز به یکی از پایه‌ها، باعث جاری شدن جریان بسیار بزرگی بین دوپایه دیگر خواهد شد. جریان کنترل کننده، یا روشن است یا خاموش. لذا، تریستورها، آنچنان که ترانزیستورها، قادر به تقویت سیگنال‌های نوسانی هستند، از عهده این کار برنمی‌آیند. در عوض، آنها کلیدهای «حالت جامد» هستند. تریستورها را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: یکسوسازهای کنترل شده سیلیکونی یا اختصاراً SCRها و

ترایاک‌هـا. از SCRها در عملیات سـویچینگ جریان‌هـای DC و از ترایاک‌ها در جریان‌های AC سود می‌جویند.

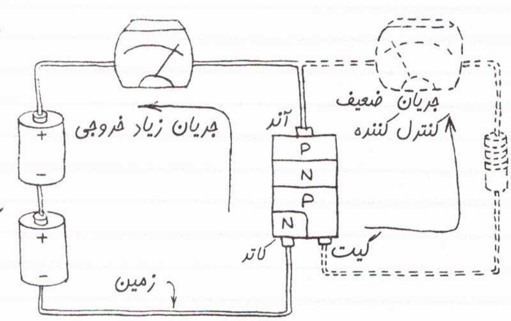


یکسوسازهای کنترل شدهٔ سیلیکونی یا SCRها

SCR را می‌تـوان شـبیه یک ترانزیسـتور دوقطبـی با یک لایـه چهارم و بنابراین سـه پیوند PN دانست. حتی گاهی به آن یک دیود PNPN چهار لایه نیز اطلاق می‌شود زیرا SCR جریان را فقط در یک جهت از خود رد می‌کند.

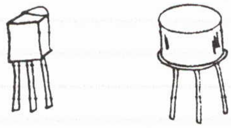


□ عملکرد SCR ـ اگر آند یک SCR خیلی مثبت‌تر از کاتد آن گردد، دو پیوند PN که دورتر از هم قرار دارند، در بایاس موافق واقع می‌شوند. اگر چه پیوند PN میانی، در بایاس مخالف قرارگرفته و جریانی جاری نمی‌شـود، یک جریان جزئـی در گیت، PN میانی را در وضعیـت بایاس موافق قرار داده و جریان بسـیار زیـادی از قطعه عبور خواهد کرد. تا زمانی که تغذیه مدار قطع نشود، حتی اگر جریان گیت متوقف گردد، SCR در حالت روشن باقی خواهد ماند.



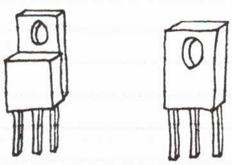
□ **انواع SCRها ـ** SCRها را بر حسب جریانی که قدرت قطع و وصل آن را دارند، گروه‌بندی می‌کنند. با وجود آنکه در انواع گوناگونی وجود دارند، در اینجا به معرفی سه نمونهٔ معمول‌تر اکتفا می‌کنیم:

❋ جریان ضعیف



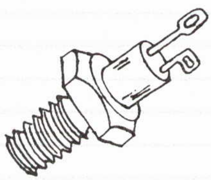
اینها SCRهائی هستند که حداکثر تا ۱۰۰ ولت را تحمل کرده و نهایتاً تا ۱ آمپر جریان را قطع و وصل می‌کنند.

❋ جریان متوسط



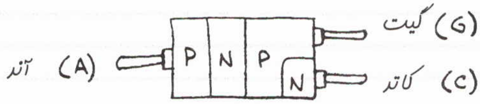
طاقت این SCRها تا چند صد ولت بوده و حداکثر توان کلیدزنی آنها به ۱۰ آمپر محدود می‌شود. یکی از معمول‌ترین موارد استفاده این قطعات، سویچینگ حالت جامد در موتور خودروها است.

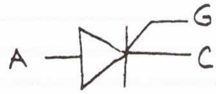
❋ جریان قوی



محدودهٔ عملکرد این SCRها از نظر ولتاژ، تا چند هزار ولت و از نظر آمپر، حداکثر تا ۲۵۰۰ آمپر می‌باشد! از این SCRها در کنترل موتورهای الکتریکی، روشنائی، دستگاه‌های مختلف و چیزهائی از این قبیل استفاده می‌کنند.

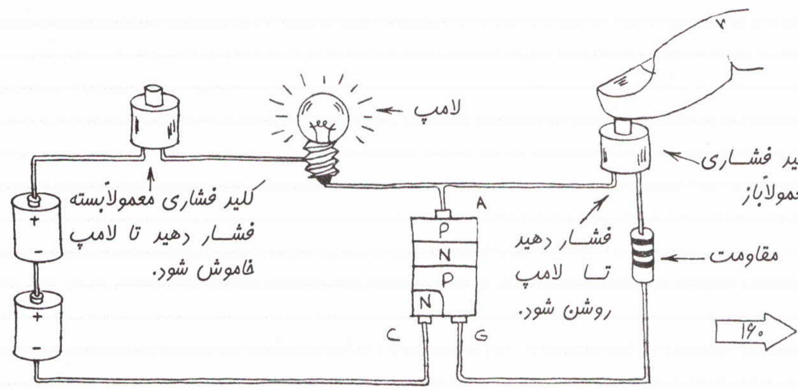
□ **نشانه SCR ـ** نشانه این قطعه به صورت زیر است:





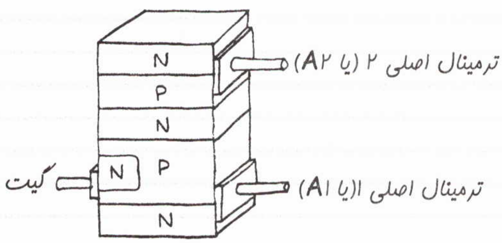
SCRها چگونه به کار می‌روند

آرایش زیر نحوه به کارگیری یک SCR جهت روشن کردن یک لامپ رشته‌ای را نشان می‌دهد. سایر دستگاه‌ها و وسایل را هم به همین راحتی می‌توان کنترل نمود.

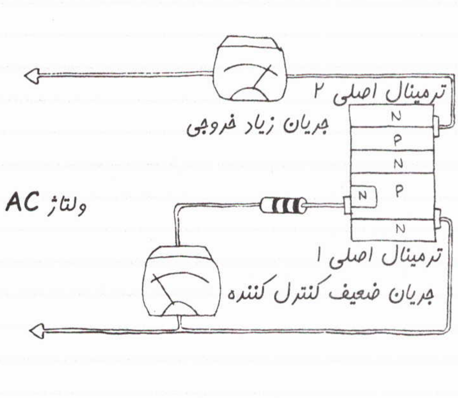


۱۶۰

ترایاک‌ها



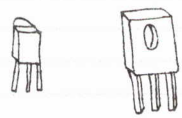
ترایاک معادل دو SCR است که به طور موازی به هم متصل شده باشند. این بدان معنی است که ترایاک، توانائی کلیدزنی هر دو جریان مستقیم و متناوب را دارد. فراموش نکنید که ترایاک، ۵ لایه بوده و یک ناحیه نوع N اضافی نیز دارد. همچنین توجه داشته باشید که چگونه هر سه پایهٔ ترایاک قابلیت اتصال به دو لایه را دارند.



□ عملکرد ترایاک ـ دو SCR که به طوری موازی به هم متصل شده و تشکیل یک ترایاک را می‌دهند، در جهت مخالف به یکدیگر وصل می‌گردند(موازی ـ معکوس). وقتی از آن، در جهت قطع و وصل جریان AC سود می‌جویند، ترایاک فقط زمانی روشن است که گیت، جریان را دریافت کند. با توجه به سینوسی بودن موج AC، وقتی ولتاژ از صفر عبور می‌کند، مثل این است که جریان از روی گیت برداشته شده و به این ترتیب، ترایاک خاموش می‌شود.

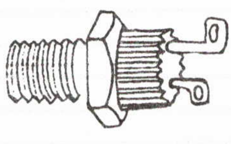
انواع ترایاک‌ها ـ اینها هم مثل SCRها بر اساس جریانی که قادر به قطع و وصل آن هستند، تقسیم‌بندی می‌شوند. برخلاف SCRهای قوی، ترایاک‌ها، تحمل کار با ولتاژها و جریان‌های خیلی بالا را ندارند. در ادامه دو نمونه از این قطعات معرفی شده‌اند:

❋ جریان ضعیف



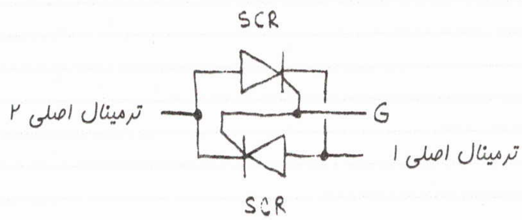
این ترایاک‌ها تا چند صدولت تحمل داشته و حداکثر جریان مجاز آنها حدود یک آمپر می‌باشد. ترایاک‌ها در محفظه‌های متنوع دیگری هم در دسترس هستند.

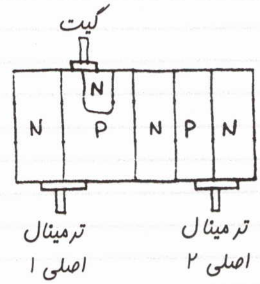
❋ جریان متوسط



این گروه ترایاک‌ها نهایتاً تا ۴۰ آمپر جریان و ولتاژی حداکثر معادل ۱۰۰۰ ولت را تحمل می‌کنند. بدنه آنها در انواع گوناگونی ساخته و به بازار عرضه می‌شوند.

نشانهٔ ترایاک ـ به خاطر داشته باشید که نشانهٔ این قطعه شبیه دو SCR است که به صورت موازی و غیرهم جهت به هم متصل شده باشند:

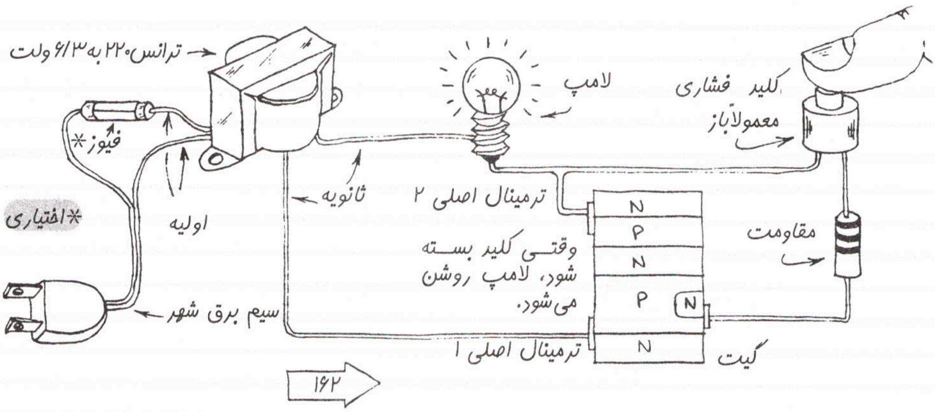






ترایاک‌ها چگونه مورد استفاده قرار می‌گیرند

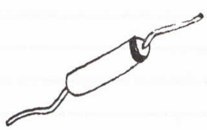
مدار زیر نشان می‌دهد که چگونه می‌توان با استفاده از برق شهر و یک ترایاک، یک لامپ را روشن کرد. عیناً با همین روش می‌توان موتور الکتریکی و سایر دستگاه‌ها را نیز کنترل نمود.



تریستورهای دوسیمه

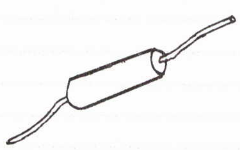
در صورتی که ولتاژ دوپایهٔ SCR یا ترایاک (غیر از گیت) به تراز مشخصی (ولتاژ شکست) برسد، بدون وجود هیچ ولتاژی در پایهٔ گیت، این قطعات در وضعیت روشن قرار خواهند گرفت. این قابلیت روشن شدن خودکار، ایجاد تریستورهای دوسیمه را ممکن می‌سازد.

دیود چهار لایه



دیود چهار لایه، یک SCR است که گیت ندارد. از این وسیله برای عملیات سویچینگ ولتاژهای DC بهره می‌گیرند.

دیاک



دیاک یک قطعه سه لایه شبیه یک ترانزیستور پیوندی PNP است که پایه بیس را ندارد. از این قطعه بیشتر در قطع و وصل ولتاژهای AC سود می‌جویند.

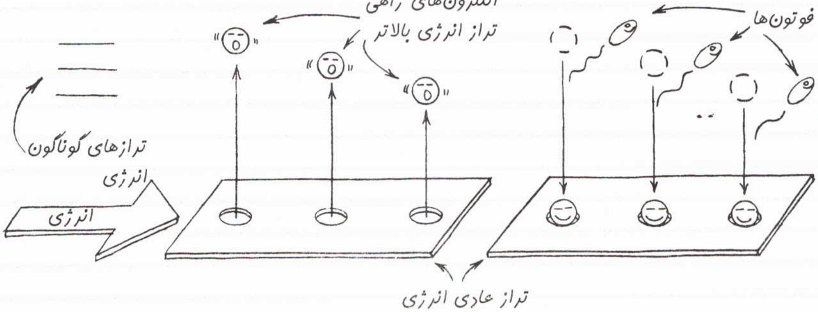
فصل چهارم

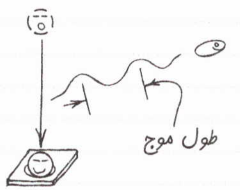
نیمه‌هادی‌های فتونیک یا الکترونیک نوری

فتونیک یکی از شاخه‌های الکترونیک است که با سرعت زیادی در حال رشد می‌باشد و به بحث و بررسی نیمه‌هادی‌هائی می‌پردازد که وظیفه انتشار یا آشکارسازی نور را به عهده دارند. قبل از اینکه به معرفی این قطعات بپردازیم بد نیست نگاهی گذرا به برخی قوانین نور داشته باشیم.

نور

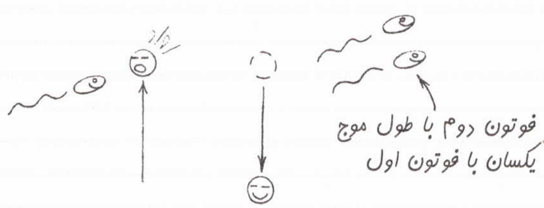
نور از ذراتی تشکیل گردیده که فوتون نامیده شده و رفتار و خصوصیات آنها شبیه امواج انرژی می‌باشند. همه فوتون‌ها الزاماً قابل رؤیت نیستند و فقط آنهائی که نور نامیده می‌شوند، مشاهده می‌گردند. وقتی یک الکترون که به تراز انرژی بالاتری صعود کرده، به وضعیت عادی خود باز می‌گردد، فوتون‌ها پدید می‌آیند.



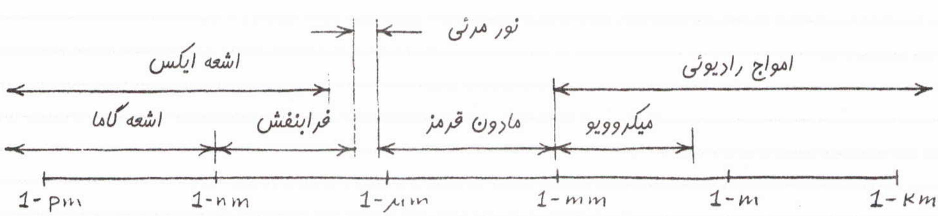


فرامـوش نکنید که رفتار فوتون‌ها شـبیه امواج اسـت. طول موج، فاصلـه بیـن دو رأس مجاور یک منحنی سینوسـی اسـت. طول موج الکترون‌هائی که راهی ترازهای انرژی بالاتر هسـتند، کوتاه‌تر از طول موج الکترون‌هائی است که عازم ترازهای پائین‌تر می‌باشند.

الکترون‌هائـی کـه در حـال جابجائی تراز انرژی خود هسـتند، قادرند فوراً به تـراز عادی خود بازگردنـد. به عبارت دیگر یک فوتون با طول موج مناسـب می‌توانـد یک الکترون راهی ترازهای انرژی دیگر را به بازگشت به وضعیت عادی خود ترغیب نماید.



□ **طیف الکترومغناطیسی ـ** نور مرئی، شکلی از تشعشع الکترومغناطیسی است. طول موج نور بر حسـب نانومتر بیان می‌شـود (یک نانومتر 10^{-9} متر اسـت). نمودار زیر رابطهٔ نور با دیگر اشکال تشعشعات الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد.

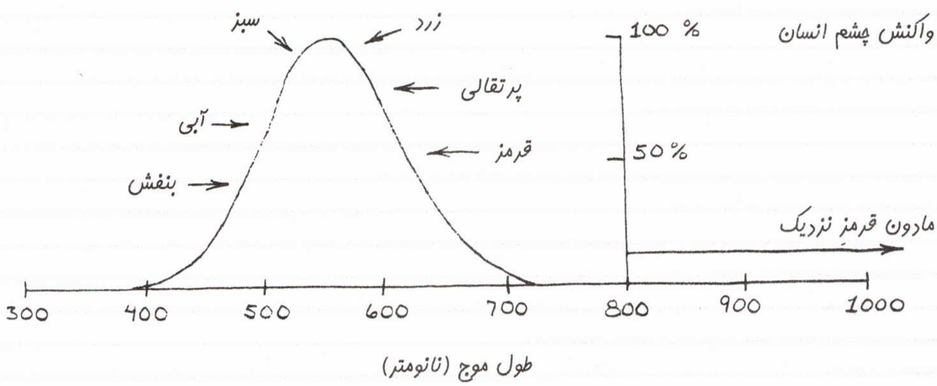


1-pm = 1	پیکومتر	(0.000 000 000 001 متر)
1-nm = 1	نانومتر	(0.000 000 001 متر)
1-μm = 1	میکرومتر	(0.000 001 متر)
1-mm = 1	میلی‌متر	(0.001 متر)
1-m = 1	متر	(39.37 اینچ)
1-Km = 1	کیلومتر	(1000 متر)

فاصله این دو خط از هم ۱ میلی‌متر است.

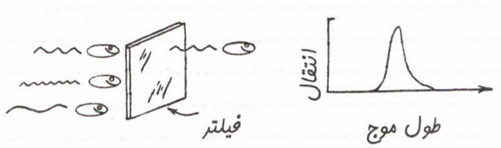
☐ **طیف نوری ـ** به مجموعهٔ تشعشعات فرابنفش، مرئی و مادون قرمز، طیف نوری می‌گویند. در زیر نمودار کاملی از طیف نوری نمایش داده شده است.

بسیاری از نیمه‌هادی‌های نوری، تشعشعاتی در محدودهٔ مادون قرمزِ نزدیک، از خود ساطع کرده یا قادر به آشکارسازی امواج دریافتی در آن گستره هستند. برای مثال، سیلیکون، توان آشکارسازی نور مرئی را دارد ولی در محدودهٔ مادون قرمزِ نزدیک و به خصوص حوالی ۸۸۰ نانومتر، بسیار حساس است. از آنجائی که بسیاری از قطعات نوری در هر دو محدودهٔ مرئی و مادون قرمزِ نزدیک، قادر به کار می‌باشند، حوالی مادون قرمزِ نزدیک را نیز می‌توان به نحوی، نور مرئی دانست.

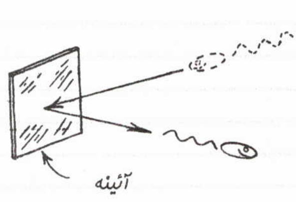


قطعات اپتیکی یا نوری

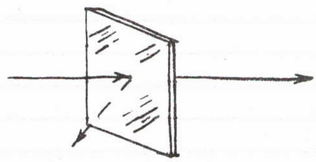
این قطعات و وسائل، قادر به هدایت، انحراف یا تغییر خصوصیات نور می‌باشند. مهم‌ترین وسائلی که در کاربردهای نیمه‌هادی‌های نوری بیشتر مدنظر هستند به شرح زیر می‌باشند:



۱ـ فیلترها ـ فیلترها یا صافی‌ها فقط پهنای باریکی از طول موج‌های نوری را از خود عبور می‌دهند.

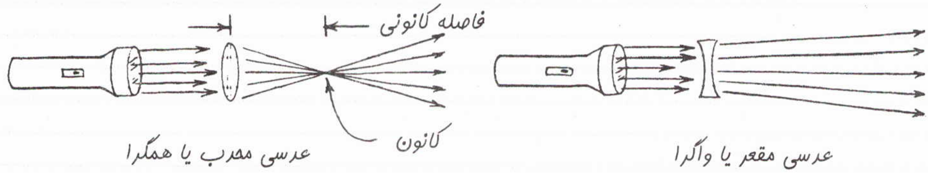


۲ـ منعکس کننده‌ها ـ اینها قادرند قسمت عمده یا مقداری از پرتو نور تابیده شده را برگردانند. مقداری از نور تابیده شده ممکن است بازگردانده نشود. آنهائی که مثل آئینه‌ها، سطوح بسیار صاف و صیقلی دارند، منعکس کننده‌های آئینه‌ای نامیده می‌شوند.



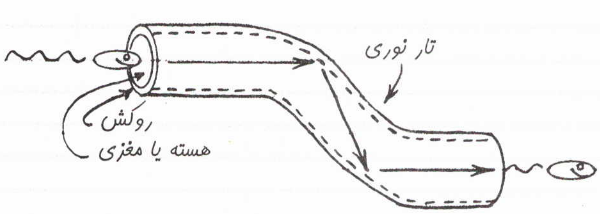
۳ ـ جداکننده نور ـ این وسیله، قسمتی از نور ورودی را منعکس و بقیه را از خود عبور می‌دهد. لام مورد استفاده در میکروسکوپ که شی مورد بررسی بین صفحات آن واقع می‌شود، یک جداکننده نوری بسیار عالی است. هر کدام از شیشه‌های لام و لامل، تنها ۴٪ از نور تابیده شده را منعکس و ۹۶٪ بقیه را از خود عبور می‌دهند.

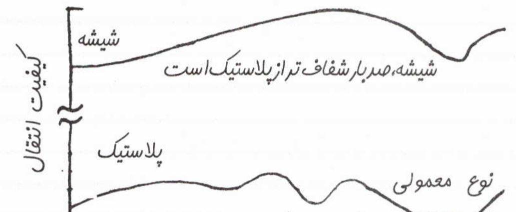
۴ـ عدسی‌ها ـ عدسی‌ها یا لنزها، راستای نور را منحرف می‌کنند. مهم‌ترین عدسی‌ها به شکل‌های زیر هستند:



عدسی‌های محدب را بیشتر به همراه نیمه‌هادی‌های مولد نور و آشکارسازها به کار می‌برند. برای مثال آنها قادرند نور تابیده شده به یک آشکارساز کوچک را گردآوری و متمرکز کنند.

۵ ـ تارهای نوری ـ تارها یا فیبرهای نوری رشته‌های ظریف و قابل انعطاف و شفافی از جنس شیشه یا پلاستیک هستند که نور را هدایت می‌نمایند. نور از مغزی یا هسته‌ای که با یک روکش نازک احاطه گردیده، عبور می‌کند. انواع پلاستیکی این تارها، ارزان هستند ولی نمونه‌های شیشه‌ای بسیار شفاف‌تر می‌باشند. هر کدام از اینها، طول موج‌های خاصی را بهتر از دیگری هدایت می‌کنند. از تارهای نوری باکیفیت، برای ارسال مکالمات تلفنی و دیتای کامپیوتر از طریق پالس‌های نور، بهره می‌گیرند.

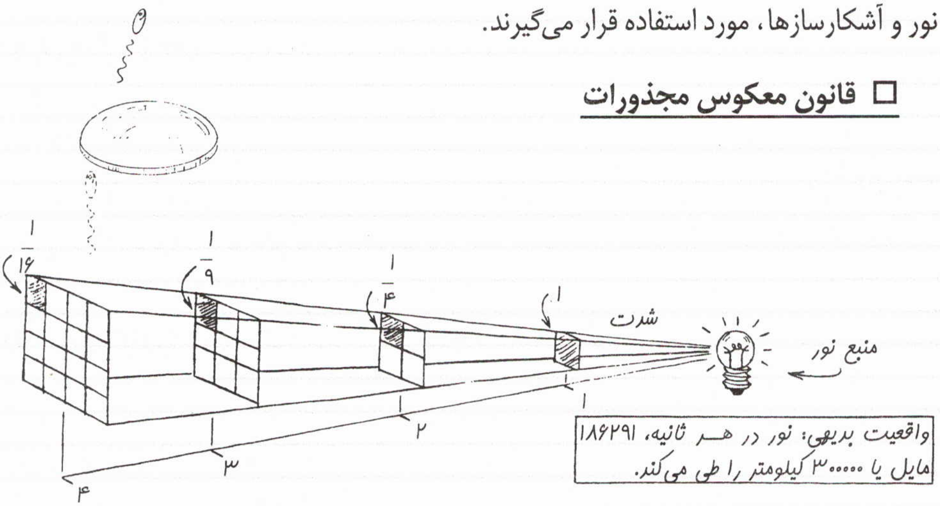




عدسی‌های محدب چگونه به کار می‌روند

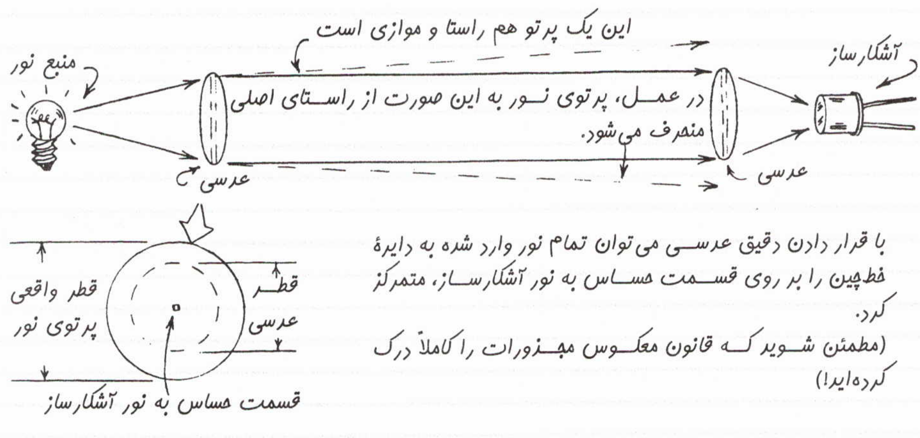
بسیاری از نیمه‌هادی‌های مولد نور و آشکارساز مجهز به یک عدسی محدب داخلی هستند. در این صفحه، توضیح داده می‌شود که چرا و چگونه، عدسی‌های خارجی، به همراه منابع مولد نور و آشکارسازها، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

قانون معکوس مجذورات



وقتی نور از یک مجرای بسیار کوچک به سمت بیرون پخش و منتشر می‌شود، شدت آن متناسب با معکوس و مجذور فاصله خواهد بود. به عبارت دیگر، برای مثال اگر در فاصله ۱، شدت، ۱ باشد، در فاصله ۳، شدت معادل $\frac{1}{9}$ خواهد بود. یک عدسی محدب قادر به حذف یا جبران این کاهش شدت می‌باشد.

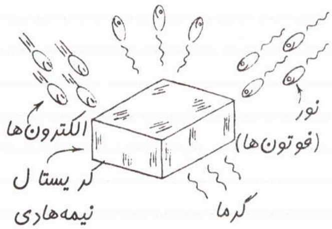
عدسی محدبـ زاویهٔ پخش شدن پرتوی نور (یا زاویه واگرائی) که بر حسب رادیان (اگر کل دایره را ۳۶۰ درجه در نظر بگیریم، هر رادیان ۵۷/۳ درجه است) بیان می‌شود، حاصل تقسیم قطر منبع نور به فاصله کانونی عدسی می‌باشد.



با قرار دادن دقیق عدسی می‌توان تمام نور وارد شده به دایرهٔ خط‌چین را بر روی قسمت حساس به نور آشکارساز، متمرکز کرد.
(مطمئن شوید که قانون معکوس مجذورات را کاملاً درک کرده‌اید!)

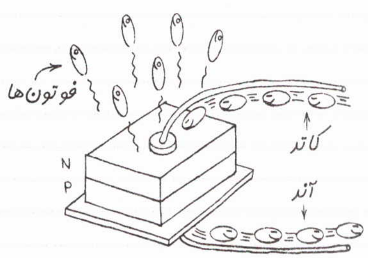
این به آن معنی است که عدسی‌هائی که فاصله کانونی بزرگتری دارند، پرتوهای باریک‌تری را تولید می‌کنند(البته فراموش نکنید که در این صورت، این عدسی‌ها نور کمتری از عدسی‌های مشابه با فاصله کانونی کوچکتر را جمع‌آوری می‌نمایند).

نیمه‌هادی‌های مولد نور



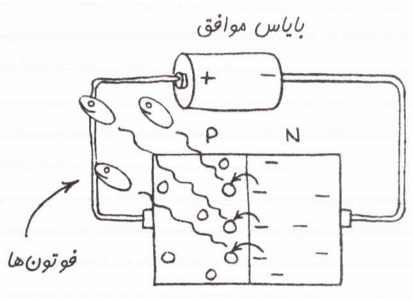
کریستال اکثر نیمه‌هادی‌ها، وقتی تحت تابش: نور، گرما، الکترون‌ها یا سایر اَشکال انرژی قرار می‌گیرند، از خود نور مرئی یا مادون قرمز منتشر می‌نمایند. دیودهای پیوندی PN بهترین نیمه‌هادی‌های مولد نور هستند.

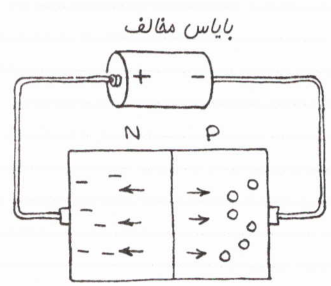
دیودهای منتشر کننده نور (نورگسیل)



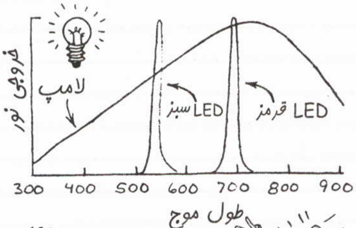
دیود منتشر کننده نور، جریان الکتریکی جاری در خود را، مستقیماً به نور مبدل می‌سازد. این دیود که LED هم نامیده می‌شود، از دیگر منابع تولید کننده نور، بازدهی بهتر و بیشتری دارد.

☐ **عملکرد *LED*** ـ ولتاژ موافق داده شده به یک دیود باید از یک حد آستانه فراتر رود تا جریانی در محل پیوند صورت پذیرد. برای سیلیکون که قادر به انتشار نور مختصری در محدوده مادون قرمزِ نزدیک می‌باشد، این ولتاژ حدود ۰/۶ ولت بوده و برای گالیم آرسناید که نور بیشتری منتشر می‌کند، اندازهٔ ولتاژ آستانه حدود ۱/۳ ولت است. این ولتاژ به راحتی قادر به تحریک و راه‌اندازی الکترون‌ها از وضعیت عادی آنها می‌باشد. وقتی الکترون‌ها از سد پیوند عبور کرده و با حفره‌ها ترکیب می‌شوند، از خود فوتون منتشر می‌نمایند.

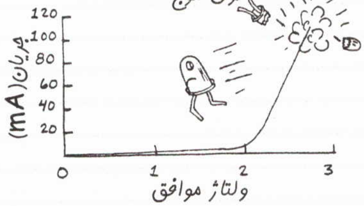




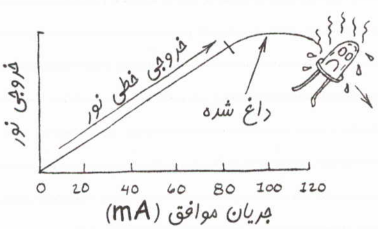
□ نکات بیشتری در مورد عملکرد LEDهاـ در زیر به نکات کلیدی دیگری که باید حتماً در مورد LEDها بدانید، اشاره شده است:



۱ـ نور منتشر شده از یک لامپ رشته‌ای، طول موج‌های گوناگونی را در برمی‌گیرد. در حالی که نور ساطع شده از یک LED، گسترهٔ طول موج باریکی دارد. علت آن است که در LED، الکترون‌ها، همه به یک تراز واحد سوق داده می‌شوند.



۲ـ وقتی یک LED شروع به هدایت می‌کند، ولتاژ به تدریج زیاد شده و جریان سریعاً افزایش می‌یابد. اعمال جریان زیاد به LED موجب گرم شدن و احتمالاً جدا شدن سرسیم‌ها یا ذوب شدن تراشهٔ نیمه‌هادی می‌گردد.

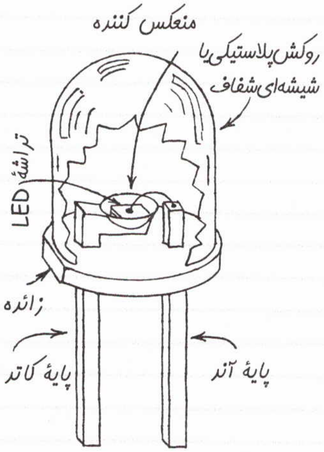


۳ـ نور منتشر شده از یک LED، مستقیماً متناسب با جریان داده شده به آن می‌باشد. این به آن معنی است که، LEDها برای ارسال اطلاعات، بسیار مناسب هستند. نور منتشر شده از یک LED داغ شده، به زودی کاهش خواهد یافت. در این حالت امکان خراب شدن و از بین رفتن LED هم قابل انتظار است.

۴ـ ولتاژ موافق داده شده به LED و طول موج نور ساطع شده از آن مستقیماً با هم ارتباط دارند. لذا همیشه امکان جایگزین کردن LEDهای مختلف بدون تغییر دادن جریان و ولتاژ مقدور نمی‌باشد. برای ساخت LEDهای مختلف، از نیمه‌هادی‌های گوناگونی بهره گرفته می‌شود. مصرف LEDهائی که از خود نور مرئی منتشر می‌کنند، فقط در حد میلی‌وات است. برخی LEDهای مادون قرمز، مثل مدل‌های ۸۸۰ نانومتری، حداکثر ۱۵ میلی‌وات مصرف دارند. یک LED چشمک‌زن هم مصرفی در حدود ۱۰ میلی‌وات دارد.

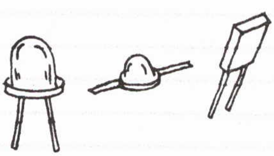
ولتاژ	طول موج (NM)	
2.2 — 3.0	سبز	565
2.2 - 3.0	زرد	590
1.8 - 2.7	پرتقالی	615
1.6 - 2.0	قرمز	640
2.2 - 3.0	قرمز	690
2.0 - 2.5	مادون قرمز	880
1.2 - 1.6	مادون قرمز	900
1.3 - 1.7	مادون قرمز	940

□ انواع LEDها - از آنجائی که LED، یک منبع مولد نور است، بد نیست که با محتویات داخل بدنه فلزی یا پلاستیکی LED آشنا شویم. در تصویر مقابل یک LED نمونه نشان داده شده است. قطور بودن پایه‌ها، به دفع حرارت تولید شده کمک می‌کند. منعکس کننده، نورهای منتشر شده از لبه‌های تراشه را جمع‌آوری می‌نماید. وقتی LED، از نوع منتشر کنندهٔ نور مرئی باشد، روکش LED معمولاً رنگی خواهد بود. بعضی وقت‌ها به روکش LED، ذرات نورافشانی اضافه می‌شود. این ذرات باعث پخش شدن نور شده و با وجود آنها، انتهای LED روشن‌تر به نظر می‌رسد.



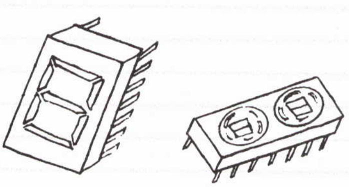
□ LEDهای با نور مرئی

از این LEDهای ارزان قیمت، به عنوان نورهای نشانگر یا هشدار دهنده بهره گرفته می‌شود. از نوع خاصی از LEDهای قرمز، جهت ارسال اطلاعات استفاده می‌کنند. اکثر LEDها در یک محفظه جاسازی می‌شوند.



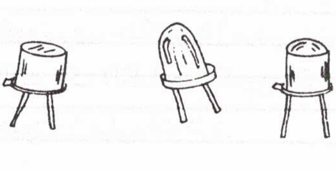
□ نمایشگرهای LED

انواع گوناگونی از LEDها در دسترس هستند که قابلیت نمایش ارقام و حروف مختلف را داشته و از آنها در جهت بازخوانی اطلاعات استفاده می‌شود. این جور LEDها خیلی پرطاقت تر از LCDها هستند ولی عیب آنها مصرف خیلی بیشترشان می‌باشد.



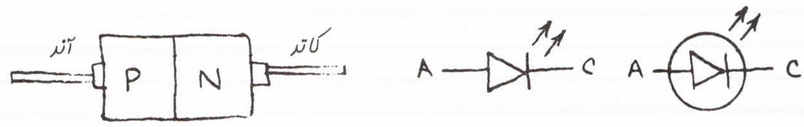
□ LEDهای مادون قرمز

بهتر است این جور LEDها، دیودهای انتشار مادون قرمز نامیده شوند. از آنها برای ارسال اطلاعات استفاده می‌کنند. در سیستم‌های هشدار دهنده و کنترل از راه دور و دستگاه‌هائی از این قبیل هم از این LEDها بهره می‌جویند. یک نوع مخصوص دیودهای مادون قرمز، لیزر دیودی است. برخی از این دیودها، توانی در حدود چندین وات دارند.



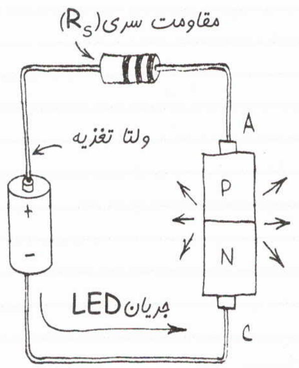
نشانهٔ LED

برای نشان دادن LED در نقشه‌ها و مدارات، از نشانه‌های زیر استفاده می‌شود:



LEDها چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

LEDهـا را می‌توان با یک جریان پیوسـته یا پالس‌های زودگذر جریـان، تغذیه کرد. وقتی از جریان پیوسته برای روشن کردن آنها استفاده می‌شود، برای تغییر میزان روشنائی می‌توان جریان LED را کم یا زیاد کرد.



مـدار تغذیـه یا راه‌انـداز LED ـ از آنجائـی که LEDها قطعاتی هستند که روشنائی آنها وابسته به جریان است، معمولاً بایـد بـا قرار دادن یـک مقاومت سـری، از آنهـا در مقابل عبور جریان اضافی، حفاظت کرد. برخی از LEDها «مقاومت سر خود بـوده» و در داخـل خود از یک مقاومت سـری بهـره می‌گیرند و نیازی به وصل کردن مقاومت اضافی به نظر نمی‌رسـد ولی اکثراً این مقاومت را ندارند. نحوه محاسـبه کردن این مقاومت سـری بسیار مهم است.

۱۶۴

فرمول محاسبه به صورت زیر می‌باشد:

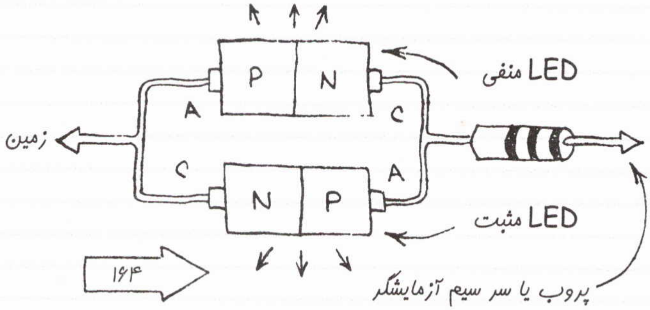
$$R_S = \frac{V - V_{LED}}{I_{LED}}$$

یا

$$R_S = \frac{\text{ولتاژ تغذیه} - \text{ولتاژ LED}}{\text{جریان LED}}$$

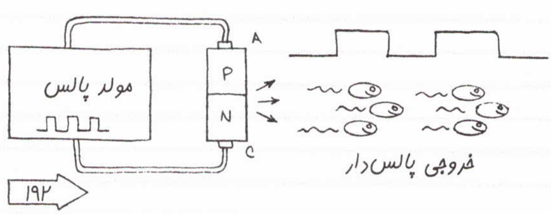
مثال ـ فرض کنید می‌خواهید یک LED قرمز را بـا جریان موافق (I_{LED}) ۱۰ میلی‌آمپر از یک تغذیه ۵ ولتی روشـن کنید. با مراجعه به بروشـور کارخانه سـازنده، ملاحظه می‌شود که V_{LED} معادل ۱/۷ ولت است. بنابراین، R_S برابر $\frac{۵-۱/۷}{۰/۰۱}$ یا ۳۳۰ اهم خواهد بود.

☐ **نمایشگر قطبیت با *LED* ـ** این وسیله از اتصال موازی و معکوس دو LED تشکیل شده است. اگر ولتاژ مورد آزمایش از نوع AC باشد، هردو LED روشن می‌شوند. استفاده از مقاومت سری را فراموش نکنید.

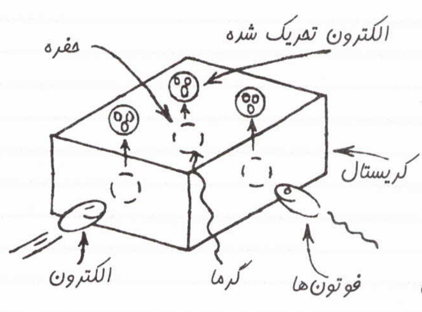


☐ **تغذیهٔ *LED*ها با پالس‌های جریان ـ** وقتی قرار باشد LED مادون قرمز به طور مداوم مورد استفاده قرار گیرد، حداکثر جریان مجاز، ۱۰۰ میلی‌آمپر خواهد بود. وقتی بخواهیم همان LED را با پالس های زودگذری از جریان مورد استفاده قرار دهیم، حتی پالس‌های شدید ۱۰ آمپری هم مشکلی ایجاد نخواهند کرد!

نکته : در صورتی که میزان پالس‌ها، از حداکثر تراز مجاز مشخص شدهٔ LED تجاوز نکند، مقاومت سری ضرورتی ندارد.



نیمه‌هادی‌های آشکارساز نور

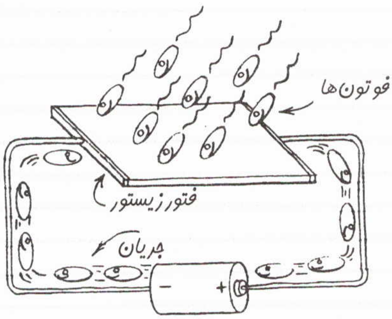


انرژی وارد شده به یک کریستال نیمه‌هادی، باعث راهی کردن الکترون‌ها به ترازهای بالاتر و به تبع آن، بر جای ماندن حفره‌ها می‌شود. این الکترون‌ها و حفره‌ها، با ترکیب مجدد، باعث انتشار فوتون‌ها شده و با گریز از هم، می‌توانند باعث جاری شدن جریان شوند. این پدیده، اصول

کار نیمه‌هادی‌های آشکارساز نور می‌باشد. دو گروه اصلی از این آشکارسازها وجود دارند: یکی آنهائی که دارای پیوند PN هستند و دیگری دسته‌ای که فاقد پیوند مزبور می‌باشند.

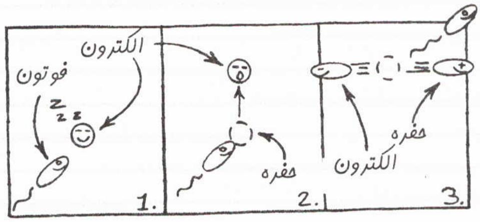
◻ آشکارسازهای نوری شامل مقاومت‌های حساس به نور

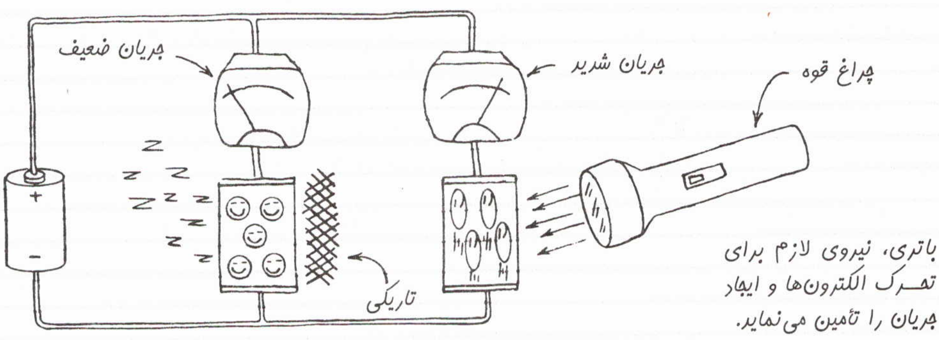
مقاومت‌های حساس به نور یا فتورزیستورها (مقاومت‌های نوری)، نیمه‌هادی‌های آشکارساز نوری هستند که فاقد پیوند PN می‌باشند. در غیاب نور، مقاومت آنها بسیار زیاد (تا میلیون اهم) است. وقتی این نیمه‌هادی‌ها در معرض تابش نور واقع شوند، مقاومت آنها کاهش یافته و به حدود چند صد اهم تقلیل می‌یابد.



◻ عملکرد مقاومت نوری ـ

تصویر مجاور، چگونگی ایجاد یک زوج «حفره ـ الکترون» به توسط فوتون را نشان می‌دهد. اعمال یک ولتاژ خارجی، باعث حرکت حفره و الکترون می‌شود.



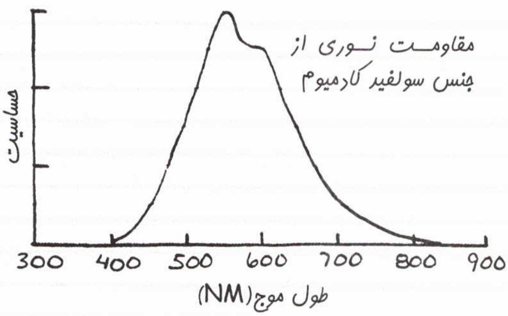


نکات بیشتری در مورد عملکرد مقاومت‌های نوری ـ در اینجا به چند نکته دیگر درباره این مقاومت‌ها اشاره می‌شود:

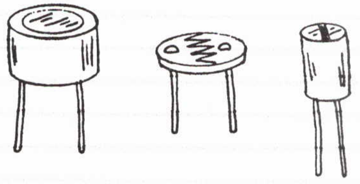
۱ـ مقاومت‌های نوری برای نشان دادن واکنش کامل به تغییرات شدت نور ممکن است به حدود چند صدم ثانیه یا بیشتر، زمان نیاز داشته باشند (که تقریباً کُند به نظر می‌رسد). در اثر

پدیده‌ای به نام «اثر حافظه»[1] ، وقتی تابش نور قطع شود، چند دقیقه طول خواهد کشید تا مقاومت مزبور به اندازه مقاومت عادی خود در تاریکی باز گردد.

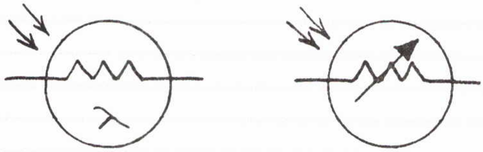
۲ـ نیمه‌هادی که معمولاً در مقاومت‌های نوری به کار می‌رود از جنس سولفیدکادمیوم است. حساسیت این ماده به نور بسیار شبیه به حساسیت چشم انسان می‌باشد. بعضی وقت‌ها برای آشکارسازی پرتوهای مادون قرمز (تا ۳ میکرومتر)، از سولفید سرب هم استفاده می‌کنند.



□ انواع مقاومت‌های نوری ـ انواع گوناگونی از این قطعه در دسترس می‌باشند. در اکثر انواع، برای افزایش سطح در تماس با نور، نیمه‌هادی حساس به نور، بین الکترودها، نشانده می‌شود. برخی مدل‌ها ممکن است دارای یک پنجره شیشه‌ای یا پلاستیکی بوده و گونه‌های دیگر ممکن است فاقد امکان مزبور باشند.



□ نشانهٔ مقاومت نوری ـ از هر دو نشانهٔ زیر ممکن است در نقشه‌ها و مدارات استفاده شود:

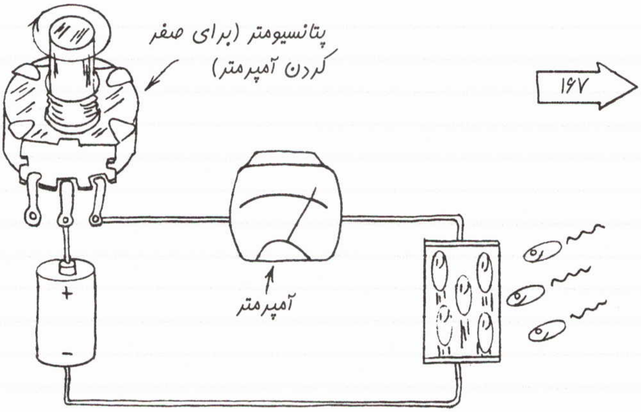


(۱) Memory effect ، که در مورد آن شاید بتوان از واژه تنبلی یا تاخیر برای ارائه یک مترادف مناسب استفاده کرد! (م).

مقاومت‌های نوری چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

از مقاومت‌های نوری در رله‌های کنترل شده با نور و نورسنج‌ها بهره می‌گیرند.

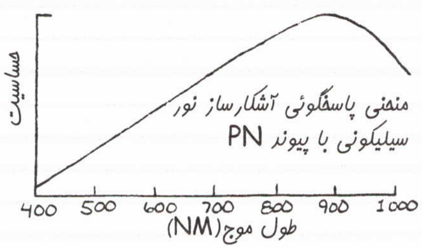
نورسنج ـ آرایش زیر، مدار یک نورسنج را نشان می‌دهد. نوری که قرار است شدت آن سنجیده شود، به یک مقاومت نوری از جنس سولفید کادمیوم تابانده می‌شود.



۱۶۷

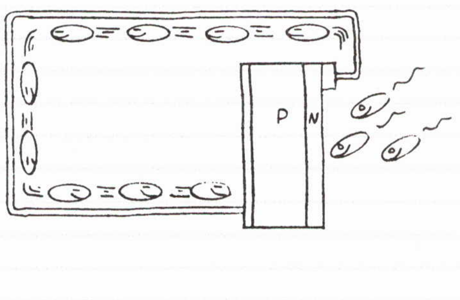
آشکارسازهای نور با پیوند PN

بزرگترین خانواده نیمه‌هادی‌های نوری را همین آشکارسازهای نوری با پیوند PN تشکیل می‌دهند. اکثر این قطعات از سیلیکون ساخته شده و قادر به آشکارسازی نورهای مرئی و مادون قرمزِ نزدیک می‌باشند.



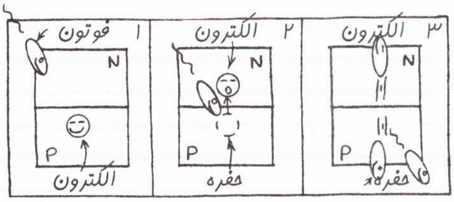
دیودهای نوری یا فتودیودها

همه پیوندهای PN به نور حساس هستند. دیودهای نوری، پیوندهای PN هستند که به خصوص برای آشکارسازی نور طراحی شده‌اند. از این دیودها در دوربین‌ها، سیستم‌های هشدار دهنده و حفاظتی، فرستنده گیرنده‌های نوری و وسائلی از این دست استفاده می‌شود.

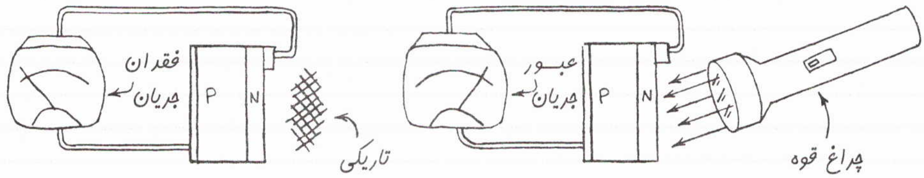


☐ عملکرد دیود نوری

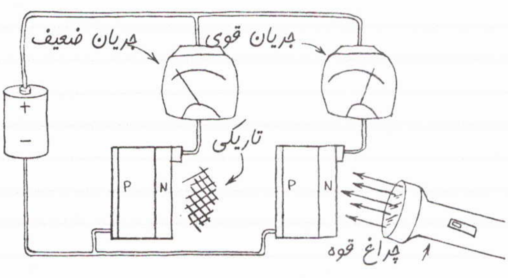
یک فوتون باعث ایجاد یک زوج «حفره ـ الکترون» در محل پیوند PN می‌گردد. اگر دو طرف پیوند به هم متصل شود، جریان در مدار ایجاد شده، جاری خواهد شد. در این وضعیت، دو حالت عملیاتی محتمل است:



۱ـ عملکرد فتوولتائی ـ در این حالت، وقتی به دیود نوری، نور تابانده شود، به یک منبع مولد جریان بدل می‌گردد.

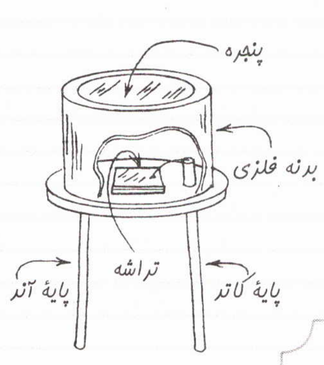


۲ـ عملکرد نور رسانائی ـ در اینجا، دیود نوری در بایاس مخالف در مدار قرار می‌گیرد. وقتی محل پیوند PN تحت تابش نور قرار گیرد، جریان در مدار جاری می‌شود. در زمان تاریکی، جریان بسیار ضعیفی که به «جریان تاریکی» موسوم است از مدار می‌گذرد.



☐ انواع دیودهای نوری

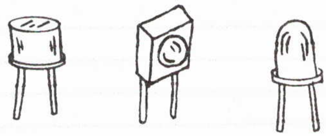
در شکل مقابل یک دیود نوری نمونه نشان داده شده است. بدنه این دیودها در انواع گوناگونی ساخته می‌شوند (با بدنه پلاستیکی، مجهز به فیلترها و عدسی داخلی و غیره). مهم‌ترین وجه تمایز آنها در اندازه تراشه نیمه‌هادی است. برای اینکه دیود نوری به نوری با یک طول موج مشخص، واکنش بهتری نشان دهد، از تراشه‌ای با طراحی خاص استفاده می‌کنند.



توضیح واضحات!

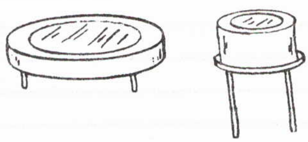
LEDها هم نور منتشر می‌کنند هم می‌توانند به عنوان آشکارساز نور عمل نمایند.

❋ دیودهای نوری با سطح تماس کوچک



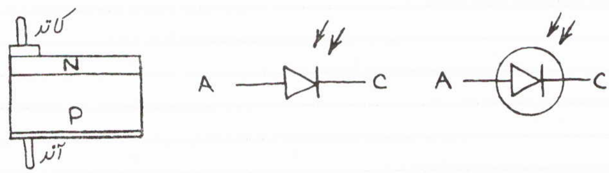
ایـن دیودهـای نوری، وقتـی در نقش نوررسـانا و در بایاس مخالف در مدار قرار گیرند، واکنش بسیار سریعی را از خود به نمایش می‌گذارند.

❋ دیودهای نوری با سطح تماس وسیع



با وجـود آنکه زمان واکنش اینها، کندتـر از نمونه بالائی اسـت، ولی به سبب داشتن سطح تماس بزرگ‌تر، حساسیت بالائی از خود نشان می‌دهند.

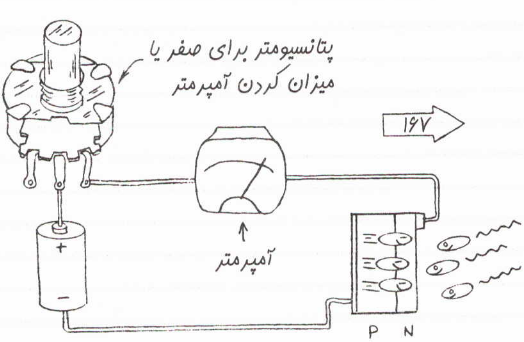
□ **نشانهٔ دیود نوری ـ** از هر دو نشانه‌ای که در زیر آورده شده می‌توان استفاده کرد:



⬋ دیودهای نوری چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

همان‌گونـه کـه در مخابـرات امواج نوری هـم رایج اسـت، از دیودهای نـوری، معمولاً برای آشکارسازی پالس‌های سریع مادون قرمزِ نزدیک، بهره گرفته می‌شود.

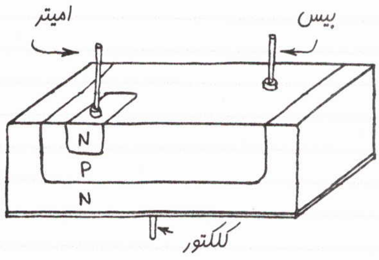
□ **نورسـنج ـ** آرایش شکل زیر نورسنج ساده‌ای را که در وضعیت نور رسانا، از دیود نوری بهره گرفتـه، نمایـش می‌دهد. واکنش آن بسـیار خطی می‌باشـد. این دیودها همیشـه بصورت بایاس مخالف یا معکوس در مدار قرار می‌گیرند.

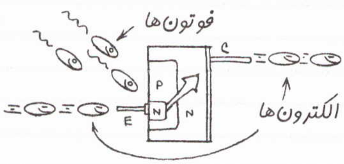


۱۶۷ ⇐

ترانزیستورهای نوری

همه ترانزیستورها به نور حساس هستند. ترانزیستورهای نوری طوری طراحی می‌شوند که از این خاصیت مهم، نهایت استفاده را ببرند. FET های حساس به نور هم در دسترس هستند ولی معمول‌ترین ترانزیستور نوری، یک ترانزیستور پیوندی NPN با یک ناحیهٔ بیس بزرگِ در معرض نور است. فوتون‌ها وارد بیس شده و جریان عادی «بیس ـ امیتر» ترانزیستورهای NPN را بر هم می‌زنند. لذا، یک ترانزیستور نوری، مستقیماً، تغییرات تعداد فوتون‌ها را تقویت می‌نماید.

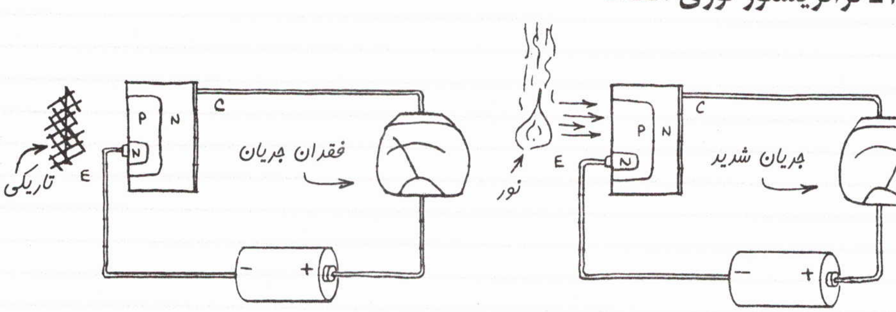




توجه: پایه بیس اختیاری است.

عملکرد ترانزیستور نوری NPN ـ دو جور ترانزیستور نوری NPN وجود دارند. یک نمونه همانی است که در تصویر بالا ملاحظه می‌کنید. دیگری ترانزیستور NPN دومی دارد که برای تقویت کنندگی اضافی مورد استفاده واقع می‌شود.

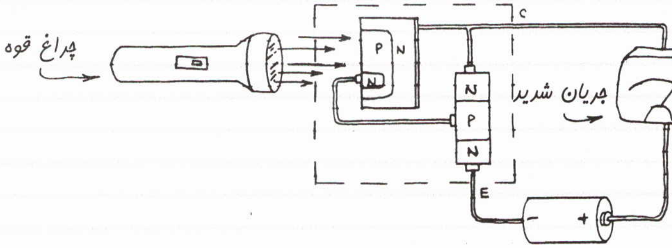
۱ـ ترانزیستور نوری NPN



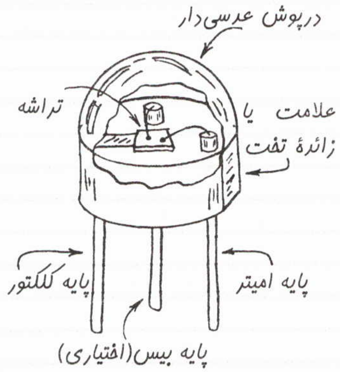
۲ـ ترانزیستور فتودارلینگتون

این مدار بسیار حساس است ولی عملکرد آن کندتر از ترانزیستور نوری NPN معمولی

می‌باشد. هر دو نوع می‌توانند شامل یا فاقد پایه بیس باشند.



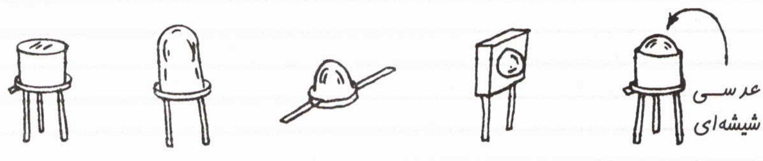
□ انواع ترانزیستورهای نوری ـ در شکل زیر یک ترانزیستور نوری معمولی و ارزان قیمت نشان داده شده است.



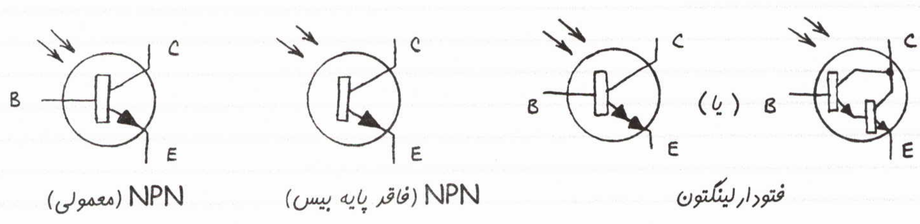
این ترانزیستورها ممکن است با بدنه‌های با اشکال دیگری هم به بازار عرضه شوند (از قبیل بدنه‌های فلزی، عدسی‌های شیشه‌ای، پنجره‌های مسطح و غیره).

مهم ـ پایه بیس ممکن است وجود داشته یا موجود نباشد. در بسیاری از مدارهای این ترانزیستورها، از پایه بیس، هیچ استفاده‌ای نمی‌شود.

در شکل زیر چند نوع ترانزیستور نوری نمایش داده شده است:

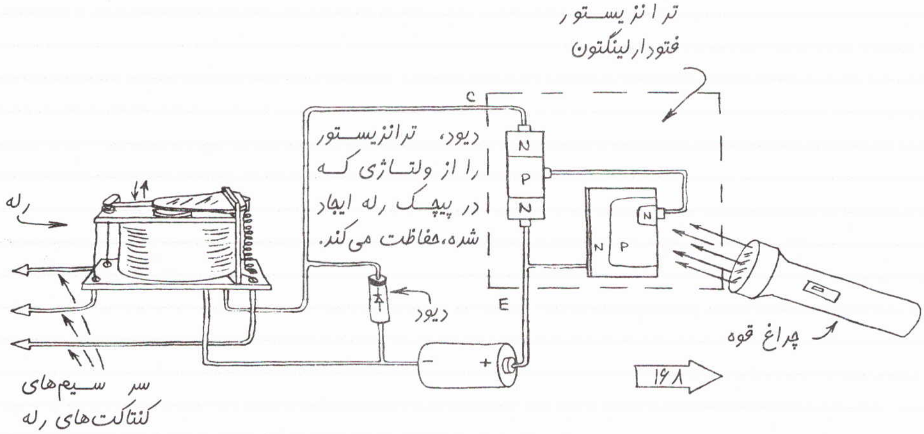


□ نشانه‌های ترانزیستورهای نوری

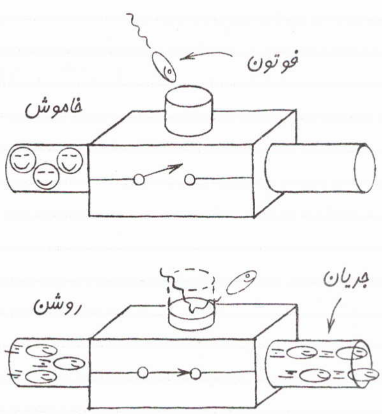


ترانزیستورهای نوری چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

از ترانزیستورهای نوری بیشتر برای آشکارسازی سیگنال‌های نوری AC که حالت نوسانی دارند، استفاده می‌کنند. در اینجا، برای تحریک رله، از یک نور (DC) پایدار استفاده شده است.



تریستورهای نوری یا فتوتریستورها



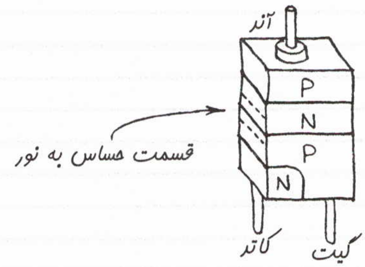
تریستورهای نوری نمونه‌ای از تریستورها هستند که با نور فعال می‌شوند. شما می‌توانید آنها را کلیدهائی بیانگارید که با نور قطع و وصل می‌شوند. مهم‌ترین عضو این خانواده، یکسوساز کنترل شده سیلیکونی است که با نور تحریک شده و اختصاراً به آن LASCR گفته می‌شود.

ترایاک‌های تحریک شده با نور هم در دسترس هستند. البته هیچ‌کدام از اینها، قابلیت قطع و وصل جریان‌های شدیدی که تریستورهای معمولی انجام می‌دهند را ندارند.

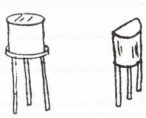
SCRهای تحریک شده با نور یا LASCRها

برای بالا بردن حساسیت این قطعات به نور، آنها را ظریف‌تر از SCRهای استاندارد درست می‌کنند. این، باعث می‌شود که میزان جریانی که آنها قطع و وصل می‌کنند، محدود شود. در مواردی که با جریان زیادی سر و کار دارید، از یک LASCR برای تحریک یک SCR معمولی

بهره بگیرید.



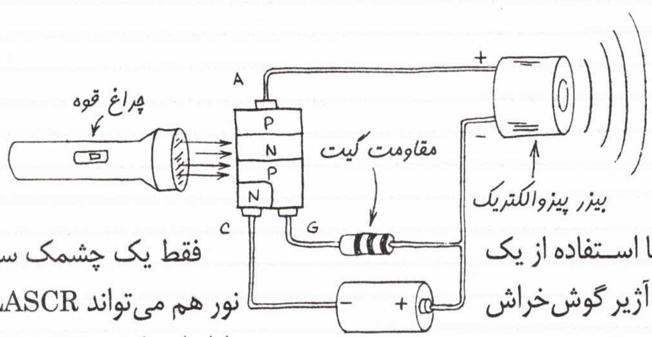
☐ انواع LASCR ها



اکثر LASCRها قابلیت قطع و وصل تا چند صد ولت را دارند ولی حداکثر جریان مجاز، فقط چند دهم آمپر می‌باشد.

LASCRها چگونه مورد استفاده قرار می‌گیرند

در مدار زیر، یکبار که LASCR تحریک شود، بیزر شروع به کار می‌کند. تنها راه قطع کردن بیزر، خارج کردن باتری از مدار است.

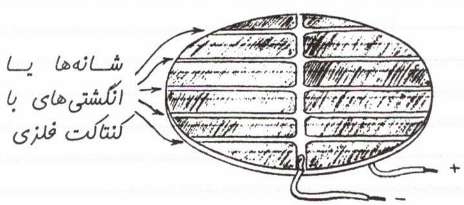


۱۷۰

فقط یک چشمک سریع نور هم می‌تواند LASCR را راه‌اندازی کند.

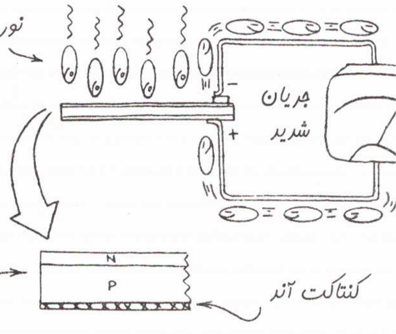
به کمک این مدار و با استفاده از یک LASCR، می‌توان یک آژیر گوش‌خراش را راه‌اندازی کرد!

پیل‌های خورشیدی

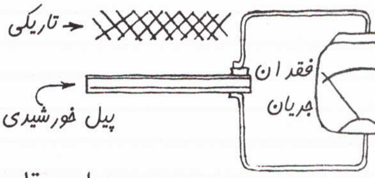


این پیل‌ها یک جور دیود نوری با پیوند PN هستند که سطح حساس به نور بزرگ و خاصی را برای آنها طراحی کرده‌اند. یک پیل خورشیدی سیلیکونی واحد، در برابر پرتو یا نور مستقیم خورشید، ولتاژی در حدود ۰/۵ ولت تولید می‌کند.

عملکرد پیل خورشیدی



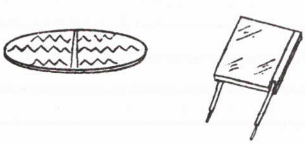
سلول‌های سیلیکونی ممکن است از نوع P روی N هم باشند.

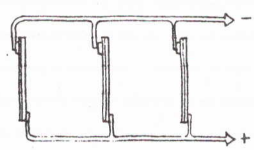


چنین پیلی قادر به تولید ۰/۱ آمپر جریان، در معرض نور خورشید است.

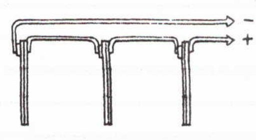
انواع پیل‌های خورشیدی

انواع گوناگونی از پیل‌های خورشیدی ساخته شده و در دسترس هستند. معمولاً برای به دست آوردن توان لازم، چندتا از این پیل‌ها را به طور سری یا موازی به یکدیگر متصل می‌کنند.





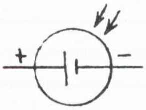
اتصال موازی ـ جریان خروجی مساوی مجموع جریان‌های پیل‌ها است.

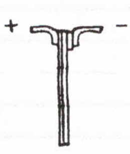


اتصال سری: ولتاژ خروجی مساوی مجموع ولتاژهای پیل‌ها است.

نشانه پیل خورشیدی به صورت شکل‌های زیر است:

فراموش نکنید که این پیل‌ها می‌توانند از نوع P روی N هم باشند.

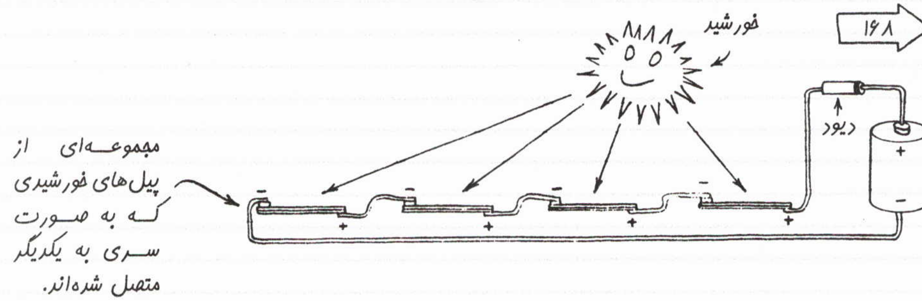




پیل‌های خورشیدی چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

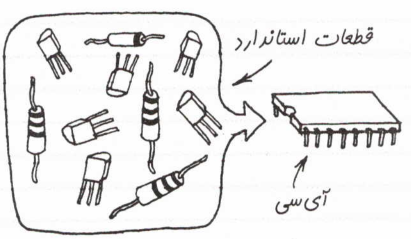
با اتصال چند پیل خورشیدی به یکدیگر می‌توان مطابق شکل زیر، باتری یا پیل‌های شارژی را پر کرد.

۱۶۸



فصل پنجم

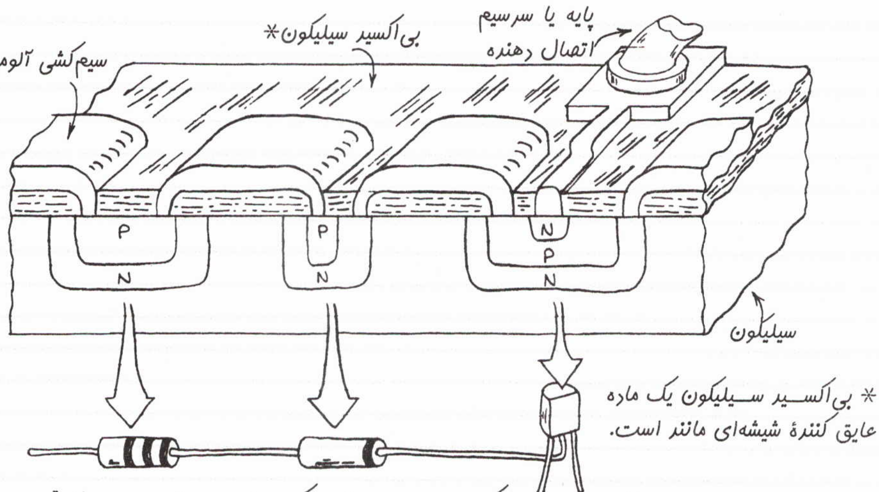
مدارات مجتمع یا آی‌سی‌ها



علاوه بر استفاده مجزا از قطعات الکترونیک، مدارات الکترونیکی را می‌توان با استفاده از یک تراشه کوچک سیلیکونی که حاوی تعداد زیادی ترانزیستور و دیود و مقاومت و غیره باشد، نیز تهیه کرد. قطعات مزبور را می‌توان با استفاده از سیم‌ها یا رابط‌های آلومینیومی که بر سطح تراشه نشانده شده‌اند، به یکدیگر متصل نمود. نتیجه، پدیدار شدن یک مدار مجتمع یا آی‌سی است.

یک آی‌سی می‌تواند حاوی چند یا چندین یا چند صد و یا حتی هزاران ترانزیستور و قطعات دیگر باشد. بازی‌های کامپیوتری، ساعت‌های دیجیتالی، کامپیوترهای شخصی و بسیاری از دستگاه‌های پیچیده و متنوع امروزی، همه و همه مرهون اختراع آی‌سی می‌باشند. در ادامه، تصویر بزرگ شده و بسیار ساده‌ای از یک آی‌سی دوقطبی را ملاحظه می‌کنید.

البته، قطعات معمول نشان داده شده در زیر مقطع بزرگ شده آی‌سی، در همان مقیاس کشیده نشده‌اند. برای مثال، یک نوع آی‌سی در تراشه سیلیکونی خود که حدود $\frac{1}{4}$ اینچ مربع مساحت دارد، ۲۶۲۱۴۴ عدد ترانزیستور را در خود جای داده است!

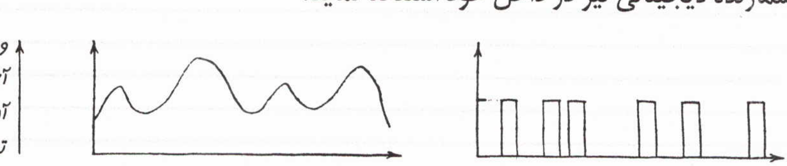


* بی‌اکسید سیلیکون یک ماده عایق کنندهٔ شیشه‌ای مانند است.

□ **انواع آی‌سی‌ها ـ** این قطعات به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

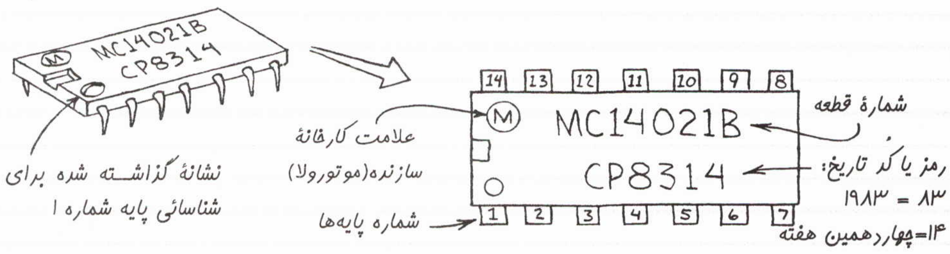
۱ـ آی‌سی‌های آنالوگ (یا خطی)، قابلیت تولید، تقویت یا کار با ولتاژهای متغیری را دارند. بسیاری از عملیات الکترونیکی از قبیل تقویت کنندگی، زمان‌سنجی (تایمر)، نوسان سازی (اسیلاتور) و تنظیم ولتاژ (رگولاتور)، به عهده این آی‌سی‌ها می‌باشد.

۲ـ آی‌سی‌های دیجیتال، شامل: میکروپرسورها، حافظه‌ها، میکروکامپیوترها و بسیاری از انواع تراشه‌های ساده می‌باشند. در برخی از آی‌سی‌ها، ترکیبی از عملیات آنالوگ و دیجیتال بر روی یک تراشه گنجانیده شده است. برای مثال، در یک تراشهٔ دیجیتال ممکن است یک قسمت رگولاتور ولتاژ آنالوگ هم تعبیه شده باشد. و یک تراشه تایمر آنالوگ، ممکن است برای افزایش دادن تأخیرهای زمانی خیلی بیشتر از زمانی که فقط از یک تایمر تنها استفاده شده باشد، از یک شمارنده دیجیتالی نیز در داخل خود استفاده نماید.

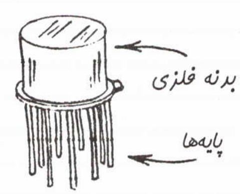


آی‌سی‌های آنالوگ　　آی‌سی‌های دیجیتال

□ **انواع بدنه یا محفظه‌های آی‌سی‌ها** ـ تراشه‌های آی‌سی را در محفظه‌های گوناگون روانه بازار می‌کنند. هر چند که مرسوم‌ترین محفظه، نوع دو ردیفهٔ خطی (یا DIP) می‌باشد. جنس انواع ارزان‌تر این مدل‌ها پلاستیک و نوع گرانترشان از سرامیک است. اکثر این آی‌سی‌ها ۱۴ یا ۱۶ پایه دارند ولی تعداد پایه‌ها ممکن است بین ۴ تا ۶۴ عدد باشد. در زیر یک آی‌سی دو ردیفهٔ خطی را ملاحظه می‌کنید:



یک جور محفظه دیگر آی‌سی‌ها که بدنه فلزی دارد، به TO-5 موسوم است. با وجودی که خیلی قوی و پرکار است ولی اکثراً با آی‌سی‌های دو ردیفه خطی پلاستیکی که ارزان‌تر هستند، جایگزین می‌شود.



فصل ششم

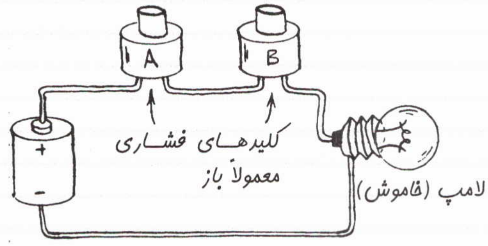
مدارهای مجتمع دیجیتالی

همهٔ مدارهای مجتمع دیجیتالی، بدون توجه به پیچیدگی آنها، از در کنار هم قرار دادن سادهٔ قطعاتی که دروازه‌ها یا گیت‌ها نامیده می‌شوند، ایجاد می‌گردند. گیت‌ها، کلیدهائی هستند که به صورت الکترونیکی کنترل می‌شوند. آنها یا روشن هستند یا خاموش و حالت سومی وجود ندارد. راستی گیت‌ها چگونه کار می‌کنند؟ اجازه بدهید کار را با اصول پایه شروع کنیم...

گیت‌های با کلید مکانیکی

سه نوع از ساده‌ترین گیت‌ها را می‌توانیم با چند کلید فشاری ، یک باتری و یک لامپ نشان دهیم.

☐ **گیت AND با کلید ـ** لامپ فقط وقتی روشن می‌شود که هر دو کلید A و B بسته باشند. جدول زیر که جدول درستی نامیده می‌شود، خلاصه‌ای از عملکرد گیت AND را نشان می‌دهد:

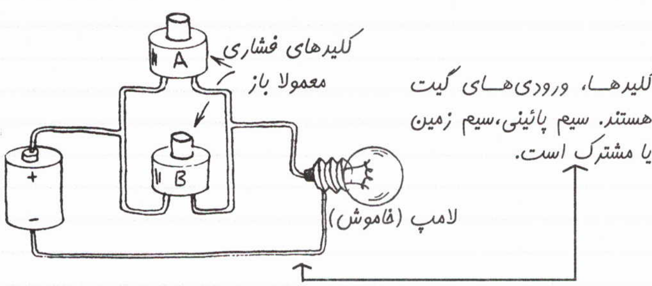


جدول درستی

خروجی	B	A
خاموش	خاموش	خاموش
خاموش	روشن	خاموش
خاموش	خاموش	روشن
روشن	روشن	روشن

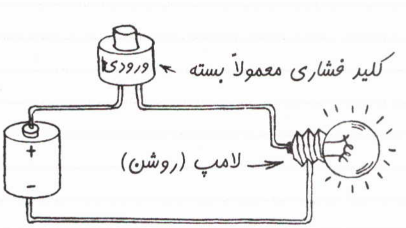
انواع ترکیبات محتمل
روشن ـ خاموش

□ **گیت OR با کلید**- لامپ فقط وقتی روشن می‌شود که کلیدهای A یا B یا هردو، بسته باشند. جدول درستی را هم ملاحظه کنید.



خروجی	B	A
خاموش	خاموش	خاموش
روشن	روشن	خاموش
روشن	خاموش	روشن
روشن	روشن	روشن

□ **گیت NOT با کلید** ـ معمولاً لامپ روشن است. فقط زمانی که کلید باز باشد، لامپ خاموش می‌شود. به عبارت دیگر، گیت NOT، عملکرد عادی یک کلید را برعکس (معکوس) می‌کند. جدول درستی در زیر داده شده است.



به گیت NOT معمولاً معکوس کننده هم گفته می‌شود.

خروجی	ورودی
روشن	خاموش
خاموش	روشن

ارتباط دودوئی یا باینری

برای سهولت کار می‌توانیم ارقام 0 و 1 را جانشین حالت‌های خاموش و روشن کلید نمائیم. در این صورت جداول درستی گیت‌های صفحه قبل به شکل زیر در خواهند آمد:

گیت (NOT)

ورودی	خروجی
0	1
1	0

گیت (OR)

A	B	خروجی
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

گیت (AND)

A	B	خروجی
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ترکیبات ورودی‌های 0 و 1 (یا A و B) در سیستم عددی باینری، باعث ایجاد اعداد فقط شامل دو رقم (یـا بیت[1]) می‌گردند. در الکترونیک دیجیتال، اعداد باینری به جای رمز یا کدهائی به کار می‌روند که : ارقام اعشاری، حروف الفبا، ولتاژها و بسیاری اطلاعات دیگر را، نمایش می‌دهند.

سیستم باینری کُد بندی شده به صورت اعشاری (BCD)	باینری	اعشاری
0000 0000	0	0
0000 0001	1	1
0000 0010	10	2
0000 0011	11	3
0000 0100	100	4
0000 0101	101	5
0000 0110	110	6
0000 0111	111	7
0000 1000	1000	8
0000 1001	1001	9
0001 0000	1010	10
0001 0001	1011	11
0001 0010	1100	12
0001 0011	1101	13
0001 0100	1110	14
0001 0101	1111	15

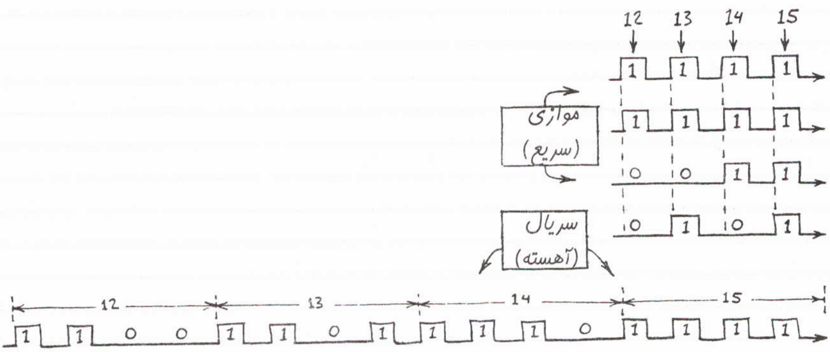
(1) BIT

نکات باینری

یک 0 یا 1 باینری، یک بیت است.
یک نیبل[۱] مشتمل بر چهار بیت می‌باشد.
یک بایت[۲] معادل هشت بیت است.

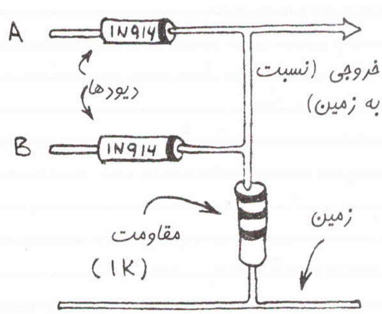
BCD ـ هر رقم اعشاری با معادل باینری آن نشان داده شده است. توجه کنید که صفرهای سمت چپ نیز قید شده‌اند. در الکترونیک دیجیتال حذفی در کار نیست و محل همهٔ بیت‌ها باید اشغال شود.

ارقام باینری را می‌توان از طریق سیم‌ها (گذرگاه‌ها) با «روش موازی» در یک نوبت ارسال نموده و یا از «روش سری» بهره گرفته و در هر زمان یک بیت را انتقال داد. در زیر ارسال اعداد ۱۵، ۱۴، ۱۳ و ۱۲ به دو روش موازی و سری را ملاحظه می‌کنید.



گیت‌های دیودی

معمولاً کنترل الکتریکی گیت، مطلوب‌تر از کنترل مکانیکی آن است. ساده‌ترین گیت کنترل شده الکتریکی از دیودهای پیوندی PN سود می‌جوید. این دیودها، با یک سیگنال ورودی چندولتی (باینری 1 یا بالا) یا سیگنال ورودی نزدیک به زمین (باینری 0 یا پائین)، روشن شده (بایاس موافق) یا خاموش می‌گردند (بایاس مخالف).



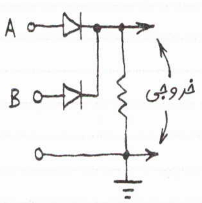
گیت OR دیودی ـ وقتی ولتاژ ورودی A **یا** B خیلی مثبت‌تر از زمین باشد، ولتاژ مزبور از طریق دیود یا دیودهای با بایاس موافق در خروجی ظاهر می‌شود. در غیر این صورت، خروجی، زمین یا نزدیک به آن خواهد بود. به این ترتیب، جدول درستی بر اساس ورودی‌های

---

(۱) *NIBBLE*

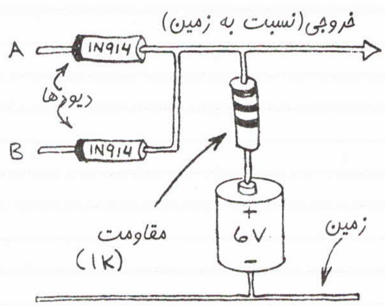
(۲) *BYTE*

صفر ولت (0 یا پائین) و ۶ + ولت (1 یا بالا) تدوین می‌گردد. از آنجائی که دیودها برای کسب بایاس موافق، به ۰/۶ ولت نیاز دارند، وقتی خروجی H یا بالا باشد، خروجی به ۶ ولت نخواهد رسید. بدیهی است که این ولتاژ از ولتاژ خروجی کسر می‌گردد. به طور کلی، کسانی که با الکترونیک سر و کار دارند، برای یک دیود سیلیکونی، افت ولتاژی معادل ۰/۶ ولت را در نظر می‌گیرند.

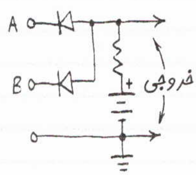


A	B	خروجی
0V	0V	0V
0V	6V	5.4V
6V	0V	5.4V
6V	6V	5.4V

◻ گیت ANDدیودی ـ وقتی ولتاژ ورودی در A و B خیلی مثبت‌تر از زمین باشد، جریان از باتری و مقاومت عبور کرده و راهی خروجی می‌شود. اگر A یا B در ولتاژ زمین یا چیزی در آن حدود باشند، یکی از دیودها یا هر دوی آنها در بایاس موافق قرار گرفته و جریانی در خروجی پدیدار نخواهد شد.



همزمان با پیچیده‌تر شدن مدارات، ارائه نمای تصویری آنها عملی نمی‌باشد. به این علت است که دیاگرام مداری هر کدام از تصاویر بالا نیز داده شده است. بعدا راجع به دیاگرام‌های مداری، بیشتر توضیح خواهیم داد. فعلاً، در ادامه با تعداد بیشتری از آنها مواجه خواهید شد.

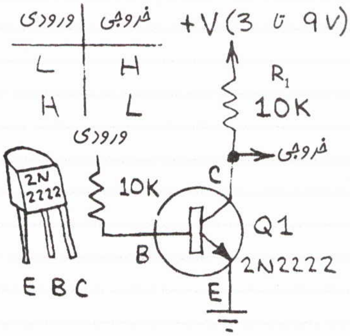


A	B	خروجی
0V	0V	0V
0V	6V	.5V
6V	0V	.5V
6V	6V	5.4V

گیت‌های ترانزیستوری

همان‌طوری که ملاحظه کردید، افت ولتاژ در گیت‌های دیودی به این معنی است که برای اتصال چند گیت به هم، به عمل تقویت کنندگی نیاز داریم. ترانزیستورها هم می‌توانند نقش گیت‌ها را بازی کنند ضمن اینکه خودشان قادرند تقویت کنندگی مورد نیاز را تأمین نمایند. از هر دو نوع ترانزیستورهای دو قطبی و اثر میدان می‌توان در انجام این کار کمک گرفت. در این جا، دیاگرام‌های مداری برخی از ساده‌ترین انواع گیت‌های ترانزیستوری دوقطبی نمایش داده شده است. مجموعهٔ آنها، معرف خانوادهٔ منطقی: «مقاومت ـ ترانزیستور» یا اختصاراً RTL می‌باشد. شما در عمل قادرید این گیت‌ها را بسازید، ولی دلیل اصلی وجود آنها در اینجا این است که به گیت‌های به صورت آی‌سی که بعداً به آنها خواهیم پرداخت، ارزش و اعتباری ببخشند.

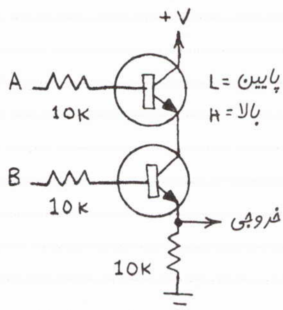
□ گیت NOT (معکوس کننده) ـ وقتی ورودی در V + (باینری 1 یا بالا) قرار دارد، ترانزیستور Q۱ در وضعیت روشن واقع شده و خروجی آن مستقیماً به زمین (باینری 0 یا پایین) متصل می‌گردد. وقتی ورودی، پائین باشد، Q۱ خاموش می‌شود و خروجی از طریق R۱ به V+ مربوط می‌گردد. گیت‌های NOT شبیه این، امکان پدید آمدن گیت‌های منطقی مهم و جدیدی را مقدور می‌سازند.



□ گیت AND

برای تمام این گیت‌ها می‌توانید از ۲N۲۲۲۲ یا هر ترانزیستور NPN معمول دیگری بهره بگیرید.

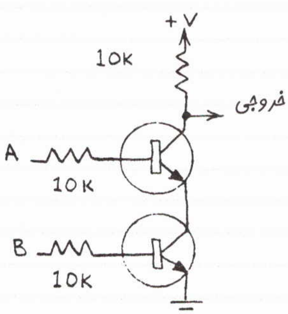
A	B	خروجی
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H



□ گیت NAND (NOT-AND)

عملکرد NOT در واقع یک حالت ذاتی و درونی است و به هیچ تراتریستور اضافی نیاز ندارد.

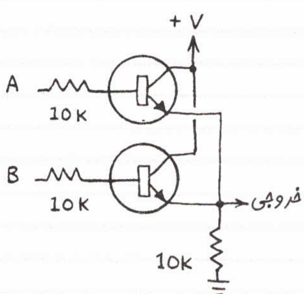
A	B	خروجی
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L



□ گیت OR

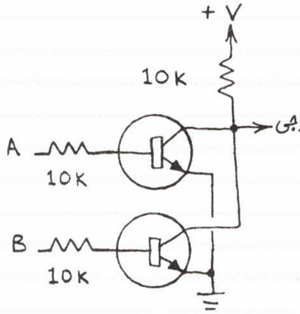
در تمام این گیت‌ها، V + می‌تواند بین ۳+ تا ۹ + ولت باشد.

A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H



☐ گیت NOR (NOT-OR)

در این جا هم عیناً مثل گیت NAND، عملکرد NOT حالت ذاتی داشته و به هیچ ترانزیستور اضافی نیاز نیست.



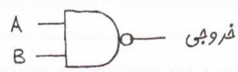
A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

نشانه‌های گیت‌ها

قبل از اینکه وارد بحث مدارات مجتمع دیجیتالی شویم بهتر است نگاهی به نشانه‌های انواع مختلف گیت‌ها بیاندازیم. همچنین موقعیت مناسبی است که گیت‌های دیگری را هم که تاکنون معرفی نکرده‌ایم به شما بشناسانیم.

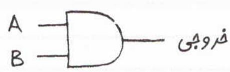
☐ گیت NAND

A	B	خروجی
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L



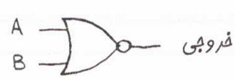
☐ گیت AND

A	B	خروجی
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H



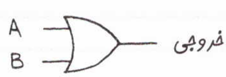
☐ گیت NOR

A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L



☐ گیت OR

A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H



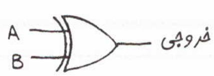
☐ گیت NORانحصاری

A	B	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	H



☐ گیت OR انحصاری

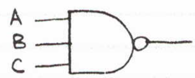
A	B	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L



☐ **گیت‌های منطقی با بیش از دو ورودی -** به گیت‌های نشان داده شده بالا، مدارات منطقی اطلاق می‌شود زیرا استفاده از آنها منجر به یک نوع تصمیم‌گیری منطقی می‌گردد. گیت‌های منطقی معمولاً بیش از دو ورودی دارند. وجود ورودی‌های اضافی، قدرت تصمیم‌گیری یک گیت را بالا می‌برد. ورودی‌های مزبور، تعداد راه‌هائی را که به توسط آنها می‌توان، گیت‌ها را در جهت کسب مدارات منطقی دیجیتال پیشرفته‌تر به یکدیگر متصل نمود، بالا می‌برند. در ادامه دو مثال از این دست آورده شده است:

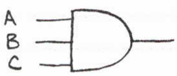
گیت NAND با سه ورودی

A	B	C	خروجی
L	L	L	H
L	L	H	H
L	H	L	H
L	H	H	H
H	L	L	H
H	L	H	H
H	H	L	H
H	H	H	L



گیت AND با سه ورودی

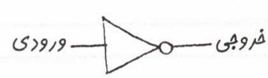
A	B	C	خروجی
L	L	L	L
L	L	H	L
L	H	L	L
L	H	H	L
H	L	L	L
H	L	H	L
H	H	L	L
H	H	H	H



☐ **گیت‌های با یک ورودی ـ** گیت NOT یا معکوس کننده، بسیار مهم است زیرا می‌تواند خروجی یک گیت دیگر را معکوس کند. هر چند، اگر بخواهیم روشن‌تر بگوئیم بهتر است این طور بیان کنیم که معکوس کننده، شبیه گیت‌های دارای دو ورودی یا بیشتر، یک مدار تصمیم گیرنده نیست. یکی از مهم‌ترین نقش‌های معکوس کننده، میانگیر یا «بافر» است که یک مدار غیرمعکوس کننده می‌باشد که یا گیت‌ها را از مدارات دیگر جدا می‌کند و یا به آنها این اجازه را می‌دهد که بارهای بالاتر از حد معمولی را راه‌اندازی کنند. معکوس کننده‌های سه حالتی و بافرها، خروجی‌ای دارند که می‌توانند از نظر الکترونیکی آنها را از بقیه مدار جدا نمایند. خروجی مزبور نه بالا است نه پائین. در عوض، شناور بوده و به صورت یک مقاومت فوق‌العاده بالا ظاهر می‌شود.

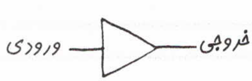
☐ **معکوس کننده (گیت NOT)**

ورودی	خروجی
L	H
H	L



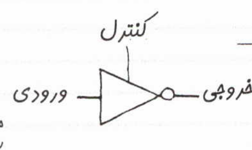
☐ **بافر (میانگیر)**

ورودی	خروجی
L	L
H	H



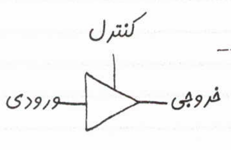
☐ **معکوس کنندهٔ سه حالتی**

کنترل	ورودی	خروجی
L	L	H
L	H	L
H	X	مقاومت بالای خروجی



☐ **بافر سه حالتی**

کنترل	ورودی	خروجی
L	L	L
L	H	H
H	X	مقاومت بالای خروجی

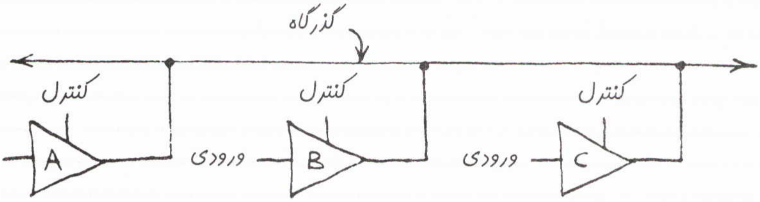


X یعنی بی‌اهمیت

بزرگراه‌های دیتا (داده)

معمولاً مداراتی که از گیت‌ها تشکیل می‌شوند، اطلاعات را تبدیل می‌کنند(مثلاً 0ها و 1های باینری، به ترازهای ولتاژ پائین و بالا مبدل می‌گردند). اطلاعات، معمولاً از طریق سیم‌هائی که گذرگاه‌ها نامیده می‌شوند، ارسال می‌گردند. یک گذرگاه، شبیه بزرگراهی از دیتا یا اطلاعات است. بزرگراه یا گذرگاه مزبور ممکن است منحصر به یک سیم باشد که در این صورت دیتا به صورت سری و بیت به بیت ارسال می‌شود. یا ممکن است دارای ۸ سیم (یا بیشتر) باشد، که در این صورت اطلاعات به شکل موازی (در هر زمان یک بایت یا حتی بیشتر) انتقال می‌یابد. البته در هر دو حالت، برای تکمیل مدار، یک خط زمین مورد نیاز خواهد بود.

نظم دهنده‌های ترافیک سه حالتیـ گیت‌های سه حالتی، می‌توانند از بروز گیرهای ترافیکی روی گذرگاه، پیشگیری به عمل آورند. برای مثال:



فقط دیتائی که به بافر انتخابی وارد شود (کنترل = L) می‌تواند به گذرگاه دسترسی پیدا کند.

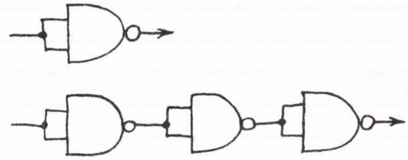
گیت‌ها چگونه مورد استفاده واقع می‌شوند

گیت‌ها را می‌توان به صورت مجزا، یا متصل به هم،که تشکیل شبکه‌ای از گیت‌ها به نا م مدار منطقی را بدهند، استفاده نمود. تقریباً تمام مدارات منطقی را می‌توان جزو یکی از دوگروه ترکیبی یا ترتیبی دانست.

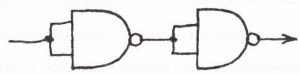
مدارات منطقی ترکیبی

این مدارات، بی‌درنگ و مستقیم و بدون توجه به رویدادهای قبلی، به دیتای ورودی (0ها و 1ها)، واکنش نشان می‌دهند. وقتی به مدارات ترتیبی برسید، این مطلب را بهتر درک خواهید کرد. مدارات منطقی ترکیبی، می‌توانند بسیار ساده، یا فوق‌العاده پیچیده باشند. عملاً، مدار ترکیبی را می‌توان با گیت‌های NAND یا NOR ایجاد کرد. مثل مدارات زیر که در آنها از گیت‌های NAND استفاده شده است.

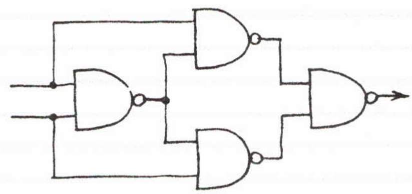
معکوس کننده‌ها



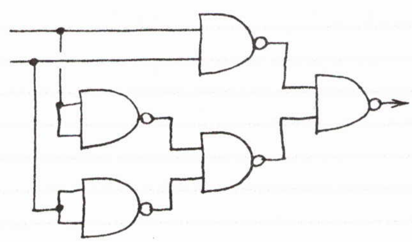
بافر



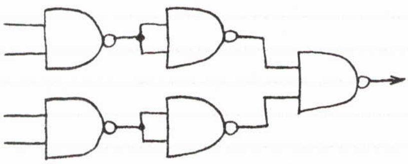
گیت OR انحصاری



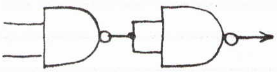
گیت NOR انحصاری



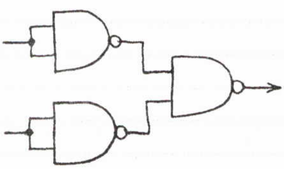
گیت NAND با چهار ورودی



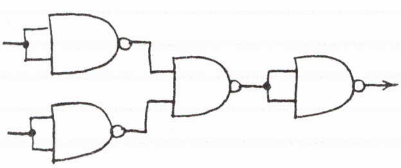
گیت AND



گیت OR

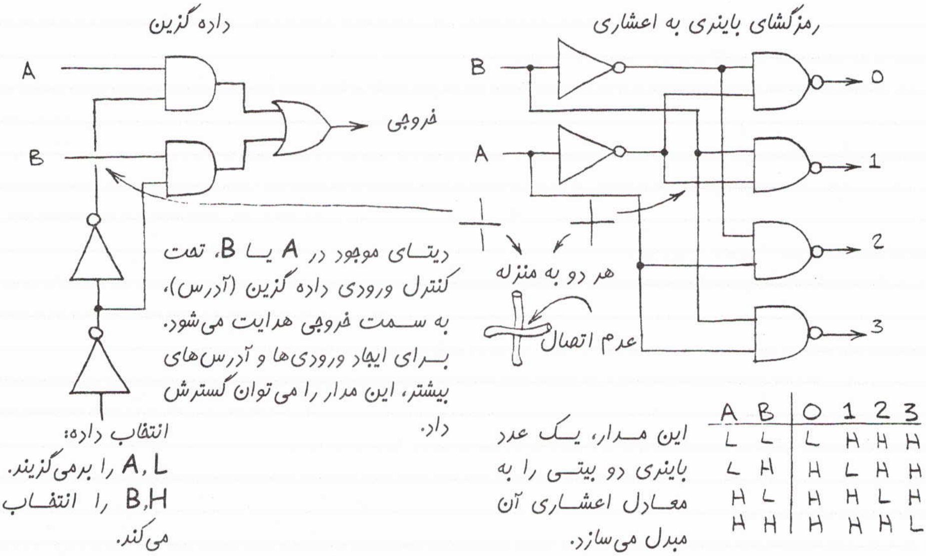


گیت NOR



توجه : در این مدارات، خط زمین که ضروری هم می‌باشد، نشان داده نشده است. معمولاً، زمین، بین ورودی و خروجی مشترک است.

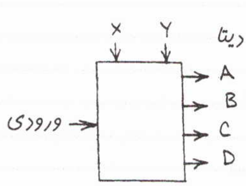
□ **ترکیب کردن گیت‌های مختلف ـ** در این جا دو مثال از شبکه‌های ترکیبی که در آنها از بیش از یک نوع گیت استفاده شده، را آورده‌ایم (به خاطر داشته باشید هر دوی این مدارات را می‌توانید فقط با استفاده از گیت‌های NAND هم بسازید).



A	B	0	1	2	3
L	L	L	H	H	H
L	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H
H	H	H	H	H	L

□ **شبکه‌های ترکیبی پیشرفته**ـ در زیر، چند مثال ساده از چهار گروه اصلی شبکه‌های ترکیبی، آورده شده است. اینها و تعداد زیاد دیگری مدارهای مشابه از گروه همین شبکه‌ها، به صورت مدارات مجتمع نیز، در دسترس هستند. جعبه‌هائی، شبیه آنهائی که نشان داده شده‌اند، نشانه مدارات منطقی هستند که شبکه‌های پیچیده‌ای از گیت‌ها را به نمایش می‌گذارند.

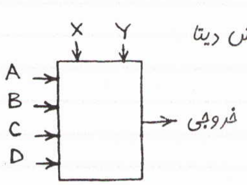
❋ دی‌مالتی پلکسر



گزینش دیتا

X	Y	به
L	L	A
L	H	B
H	L	C
H	H	D

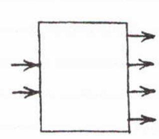
❋ داده‌گزین (مالتی پلکسر)



گزینش دیتا

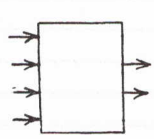
X	Y	خروجی
L	L	A
L	H	B
H	L	C
H	H	D

❋ دکودر (رمزگشا)



در نمایشگرهای دیجیتالی، باینری را به اعشاری و BCD را به ارقام اعشاری مبدل می‌سازد.

❋ انکودر (رمزبر)



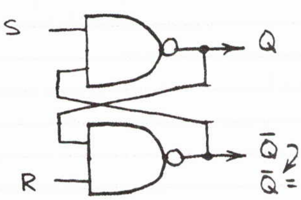
ارقام اعشاری و سایر اطلاعات را به باینری تبدیل می‌کند. این مدار از گیت‌های OR سود می‌جوید.

مدارات منطقی ترتیبی

حالت خروجی یک مدار منطقی ترتیبی را، وضعیت قبلی ورودی، مشخص می‌کند. به عبارت دیگـر، عبـور بیت‌های دیتا از داخل مـدارات ترتیبی به صورت پله به پله می‌باشـد. معمولاً وقتی پالسی از یک ساعت یا کلاک (مداری که جریان پایداری از پالس‌ها را تولید می‌کند) می‌رسد، دیتا، یک گام به جلو برمی‌دارد. قطعه سـاختمانی منطق ترتیبی، فلیپ فلاپ اسـت. بازنگری سـریع و سطحی فلیپ فلاپ‌ها به شرح زیر می‌باشد:

□ فلیپ فلاپ سادهٔ RS [1]

این فلیپ فلاپ را لَچ هم می‌نامند. خروجی‌ها ($\bar{Q}$ و Q) همیشه در وضعیت متضاد هستند.



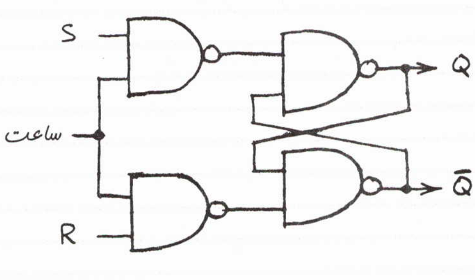
S	R	Q	$\bar{Q}$
L	L	(غیرمجاز)	
L	H	H	L
H	L	L	H
H	H	بدون تغییر	

$\bar{Q}$ = NOT Q (اگر Q = 0 , $\bar{Q}$ = 1).

$\bar{Q}$ به معنی NOTQ می‌باشد.

□ فلیپ فلاپ RS ساعت‌دار

این لَچ، تا زمان رسیدن یک پالس ساعت (یا فعال‌ساز)، از دیتای موجود در S و R چشم‌پوشی کرده سپس وضعیت را عوض می‌نماید.



S	R	Q	$\bar{Q}$
L	L	بدون تغییر	
L	H	L	H
H	L	H	L
H	H	غیر مجاز	

پس از رسیدن پالس ساعت معتبر است.

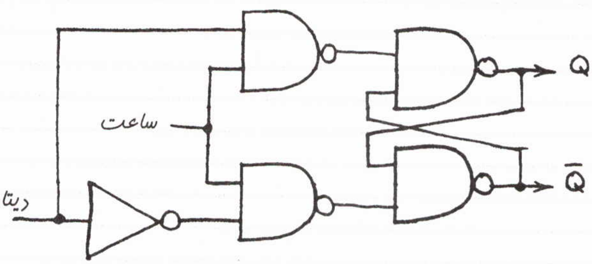
(۱) (R از اول Reset و S از ابتدای Set)

☐ فلیپ فلاپ D [1]

فلیپ فلاپ‌های D، خروجی‌های حاضر بین پالس‌های ساعت را ذخیره می‌کنند.

D	Q	$\bar{Q}$
L	L	H
H	H	L
	(یا)	
0	0	1
1	1	0

پس از رسیدن پالس ساعت معتبر است.

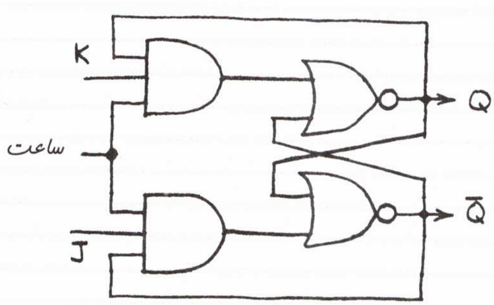


☐ فلیپ فلاپ JK

فلیپ فلاپ JK به هر دو ورودی، اجازه H شــدن را می‌دهد(که در این صورت، خروجی‌های آن، به ازای هر پالس ساعت، تغیر وضعیت می‌دهند).

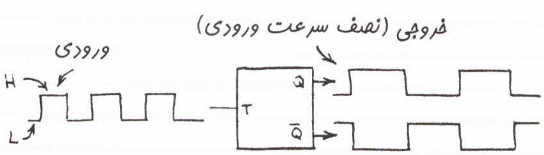
J	K	Q	$\bar{Q}$
L	L	بدون تغییر	
L	H	L	H
H	L	H	L
H	H	تغییر وضعیت	

پس از رسـیدن پالس ساعت معتبر است.



☐ فلیپ فلاپ T(تغییر وضعیت)

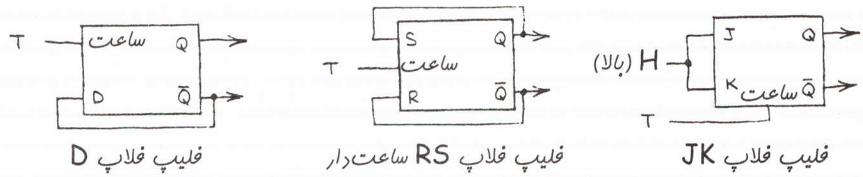
خروجی Q (یا $\bar{Q}$) به ازای هر پالس ورودی تغییر وضعیت می‌دهد.بنابراین فرکانس پالس‌های ورودی تقسیم بر ۲ می‌شود.



---

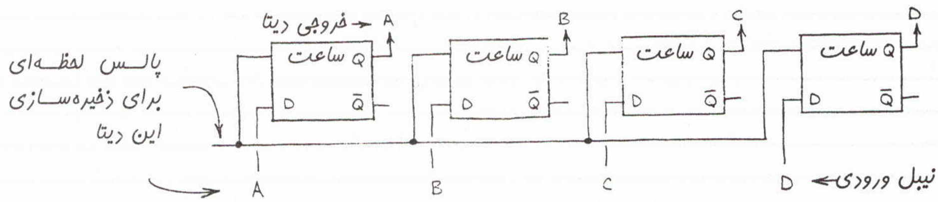
(۱) از اول حروف Data به معنای داده یا Delay به معنی تأخیر(م).

ذیلاً چند روش مختلف برای ساخت یک فلیپ T ارائه گردیده است:



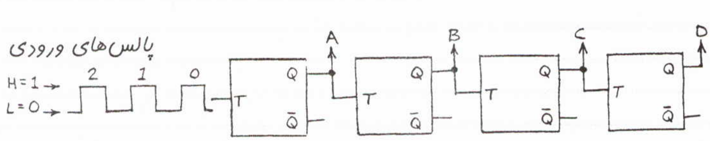
☐ استفاده از فلیپ فلاپ D به عنوان رجیستر (ثبات) ذخیرهٔ دیتا

در زیر آرایشـی آورده شـده که نشان می‌دهد چگونه چهار فلیپ فلاپ D، یک رجیستر ذخیره کننـده یا حافظه را می‌سـازند که وقتی ورودی سـاعت به صورت یک پالس سـیگنالی گذرا عمل می‌کنـد، یک نیبل باینری ۴ بیتی را به ورودی‌های A تا D اعمال کرده یا در آنها ذخیره می‌نماید. انواع گوناگونی از آی‌سی‌های رجیستر در دسترس هستند.



☐ شمارنده با فلیپ فلاپ T

در زیر طرحی ارائه شـده که نشـان می‌دهد کـه چگونه می‌توان با چهـار فلیپ فلاپ T، یک شمارندهٔ باینری ۴ بیتی ساخت:



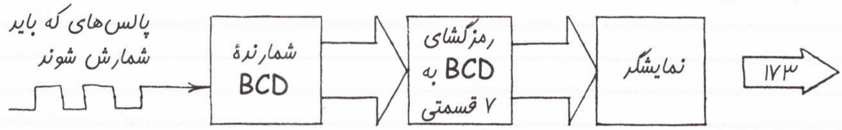
شمارش	DCBA
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

هر فلیپ فلاپ T، پالس‌های ورودی را به دو تقسیم می‌کند. به طوری که در جدول درستی باینری ملاحظه می‌کنید، نتیجه یک شمارش باینری 0000 الی 1111 است. پس از رسیدن شانزدهمین پالس ورودی، شمارش، مجدداً از 0000 شروع می‌شود. آی‌سی‌های شمارنده گوناگونی موجودند که اکثر آنها کارآئی ویژه‌ای مثل شمارش صعودی یا نزولی، ری‌ست کردن (بازنشانی) و غیره دارند.

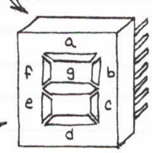
□ یک سیستم منطقی ترکیبی ـ ترتیبی

آرایش زیر نشـان می‌دهد که چگونه آی‌سی‌های منطقی ترکیبی و ترتیبی قادرند یک سیستم منطقی دیجیتالی بسیار ساده یعنی یک مدار شمارنده اعشاری را بسازند:

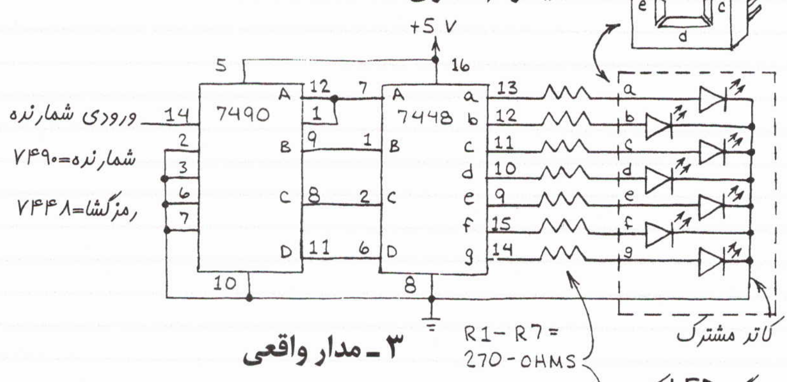
۱ـ دیاگرام کلی



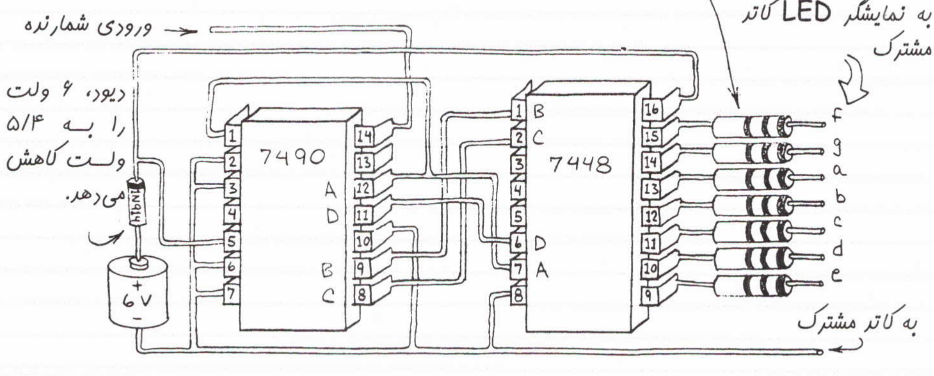
شـمارنده BCD به ازای هر پالس ورودی، یک شماره اضافه می‌کند. وقتی شـمارش به 1001 (۹ اعشاری) می‌رسد، شمارنده مجدداً به 0000 برمی‌گردد. رمزگشا، قطعات مربوطه از یک نمایشگر LED را فعال می‌کند.



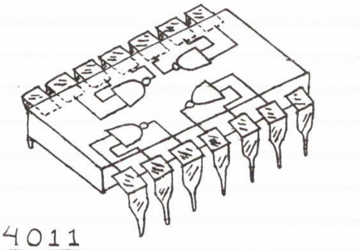
۲ـ دیاگرام مداری



۳ـ مدار واقعی



خانواده آی‌سی‌های دیجیتالی



یک آی‌سی CMOS با چهار گیت NAND و دو ورودی

تعداد زیادی از مدارات مجتمع دوقطبی و MOS ساخته شده و به بازار عرضه گردیده‌اند. هر آی‌سی یا تراشه شامل شبکه منطقی ویژه یا عملکردهای منطقی گوناگونی می‌باشد. در زیر برخی از مهم‌ترین گروه‌های آی‌سی‌های دیجیتال معرفی شده‌اند.

☐ آی‌سی‌های دیجیتالی دوقطبی

۱ـ آی‌سی‌های TTL ـ بزرگترین و محبوب‌ترین خانواده آی‌سی‌های دیجیتال، قبلاً آی‌سی‌های TTL (یا T^2L از اول حروف ترانزیستور ـ ترانزیستور ـ لاجیک) بود. این آی‌سی‌ها قادرند در هر ثانیه بیش از ۲۰۰۰۰۰۰۰ بار حالت‌ها را عوض کرده و بسیار ارزان قیمت می‌باشند. نقطه ضعف این تراشه آن است که باید به توسط یک تغذیه ۵ ولتی راه‌اندازی شود و مصرف نسبتاً زیادی دارد. هر گیت آن به چیزی حدود ۳ تا ۴ میلی‌آمپر جریان نیاز دارد. پرمصرف‌ترین سری این آی‌سی‌ها، گروه ۷۴۰۰ است. برای مثال ۷۴۰۴، یک تراشه TTL با چهار معکوس کننده می‌باشد.

۲ـ TTL کم مصرف شاتکی (یا LS) ـ این آی‌سی نمونه جدیدتر TTLهای قبلی است که فقط ۲۰٪ آنها مصرف دارد ولی اشکال آن این است که خیلی گرانتر از TTLهای استاندارد می‌باشد. پرمصرف‌ترین گروه این خانواده، سری ۷۴LS۰۰ است.

☐ آی‌سی‌های دیجیتالی MOFSET

۱ـ P ـ کانال و N ـ کانال (یا PMOS و NMOS) ـ تعداد گیت‌های این آی‌سی در هر تراشه از TTLهای مشابه بیشتر است و از آنها می‌توان برای مقاصد گوناگون مثل میکروپرسسورها، حافظه‌ها و غیره استفاده نمود. نقطه ضعف آن این است که شباهت کمی به تراشه TTL معمولی دارد. مثلاً کندتر بوده و ممکن است به دو یا تعداد بیشتری ولتاژهای تغذیه نیاز داشته باشد. ضمناً اگر در معرض تخلیهٔ الکتریسیته ساکن واقع شود، به شدت آسیب پذیر است.

۲ـ MOS تکمیلی یا CMOS ـ این آی‌سی که رشد فزاینده‌ای داشته، متنوع‌ترین خانوادهٔ آی‌سی‌های دیجیتالی را تشکیل می‌دهد. نمونه CMOS اکثر تراشه‌های پرمصرف TTL نیز به بازار عرضه شده‌اند. حتی یکی از سری‌های تولید شده از همان شمارهٔ اختصاصی TTL بهره

گرفته است. برای مثال، ۷۴C۰۴ یک آی‌سی CMOS مشابه ۷۴۰۴ در خانوادهٔ TTL می‌باشد و آی‌سی CMOS پرسرعتی است که سرعت آن مشابه TTL می‌باشد. اکثر CMOSها با گسترهٔ وسیعی از ولتاژ (معمولاً از ۳+ تا ۱۸+ ولت) کار می‌کنند و مصرف آنها از هر آی‌سی دیجیتالی دیگری کمتر است. هر کدام از گیت‌های مجزا به ۰/۱ میلی‌آمپر جریان نیاز دارند. اشکال عمدهٔ این آی‌سی‌ها، آسیب خوردن آنها از تخلیه الکتریسیته ساکن می‌باشد. پرمصرف‌ترین سری آنها، گروه‌های ۷۴C۰۰ و ۴۰۰۰ است.

فصل هفتم

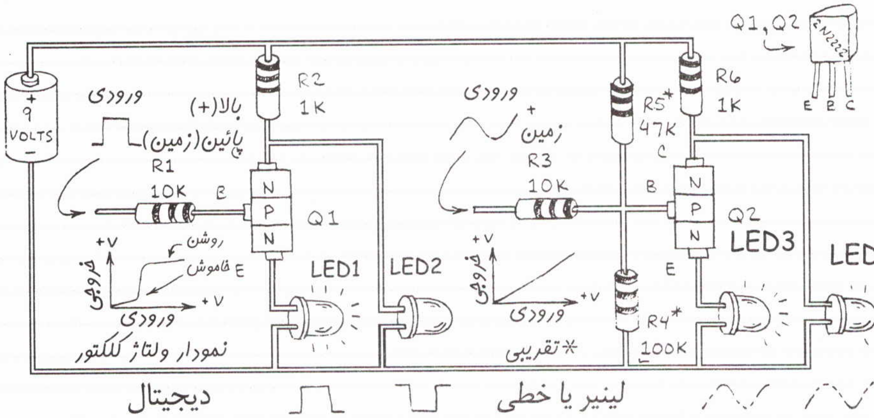
مدارات مجتمع خطی

ترازهای ولتاژ ورودی و خروجی مدارات مجتمع خطی، می‌تواند در گسترهٔ وسیعی تغییر کند. معمولاً ولتاژ خروجی متناسب با ولتاژ ورودی است. لذا، نمودار خروجی بر حسب ورودی، به شکل یک خط مستقیم خواهد بود. آی‌سی‌های خطی یا لینیر[1] متنوعی در دسترس هستند. در اینجا فقط به مهم‌ترین آنها اشاره خواهد شد. اول بهتر است مقایسه‌ای بین ساده‌ترین مدارات دیجیتال و خطی انجام دهیم.

مدار خطی ساده

یک ترانزیستور دوقطبی یا ترانزیستور اثر میدان، می‌تواند در یک مدار به صورت خطی یا دیجیتالی عمل کند. در هر دو حالت ترانزیستور قادر است سیگنال را در ورودی خود معکوس نماید. در زیر نحوه عملکردهای چهارگانه یک ترانزیستور دوقطبی NPN نمایش داده شده است:

(۱) *Linear*



❋ لینیر یا خطی

در اینجـا Q۲ تقویت کننده‌ای است که در تمام گسترهٔ خاموشی کامل تا روشنائی کامل به عملکـرد خـود ادامه می‌دهد. R۴ و R۵ نقش مقسـم ولتاژ را ایفا کرده و بـا اعمال یک ولتاژ کم به بیس Q۲، باعث هدایت جزئی آن حتی در زمانی که هیچ ورودی هم وجود نداشته باشد، می‌شوند. ایـن باعث عملکرد Q۲ در یک وضعیت خطی می‌گردد. همزمان با افزایش ولتاژ ورودی، LED۳ روشن‌تر شده و LED۴ کم سو می‌گردد.

❋ دیجیتال

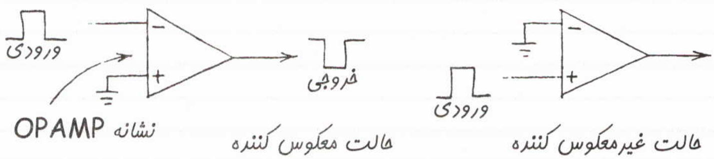
در اینجا از ترانزیسـتور Q۱ در نقش یک کلید اسـتفاده شده اسـت. وقتی ورودی نزدیک V + (یا بالا) باشـد، Q۱ هدایت کرده و LED۱ روشـن می‌گردد. وقتی ورودی نزدیک زمین (یا پائین) باشـد، Q۱ از کار افتـاده و LED۱ خاموش می‌شـود و اجازه روشن‌شـدن LED۲ صادر می‌گردد. جریـان جـاری در هر دو LED، توسـط R۲ کنترل می‌شـود. به این ترتیب، این مـدار، یک مدار دیجیتالی مرکب از بافر (میانگیر) و معکوس کننده می‌باشد.

تقویت کننده‌های عملیاتی

تقویت کننده‌های عملیاتی یا OPAMPها، همه فن‌حریف‌ترین آی‌سی‌های خطی هسـتند. علـت اینکـه به آنها تقویت کننده عملیاتی گفته می‌شـود آن اسـت که در ابتدا آنهـا را برای انجام عملیات ریاضی طراحی کردند. این آی‌سی‌ها، اختلاف ولتاژ یا سیگنال‌های (AC یا DC) اعمال شـده به ورودی‌های خود را، تقویت می‌کنند. اگر ورودی دوم به زمین متصل شـده یا تراز ولتاژ آن

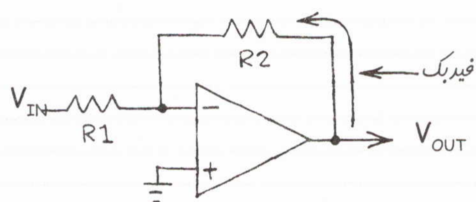
در یک حد مشخص باقی بماند، ولتاژ اعمال شده به ورودی اول، تقویت می‌گردد.

☐ **عملکرد OPAMP ها ـ** OPAMP، یک ورودی معکوس کننده و یک ورودی غیرمعکوس کننده دارد. قطبیت ولتاژ اعمال شـده به ورودی معکوس کننده، در خروجی تغییر می‌کند. ورودی معکوس کننده با علامت (ـ) و ورودی غیرمعکوس کننده با (+) مشخص می‌گردد.



۱۸۳

☐ **فیدبک یا پسـخورد تقویت کننده‌های عملیاتی ـ** مدارهای نشـان داده شـده در بالا برای OPAMP ایـن امکان را فراهم می‌آورند که عمـل تقویت کنندگی در بالاترین حد ممکن (یا بهره بـالا) انجام گیرد. معمولاً با بازگردانیدن مقداری از خروجی به ورودی معکوس کننده (ـ)، بهره، به تراز بسیار عملی‌تری کاهش پیدا می‌کند. برای مثال:



تقویت کنندهٔ معکوس کننده

بهره ولتاژ = R2/R1

$V_{OUT} = -V_{IN}\,(R2/R1)$

۱۸۳

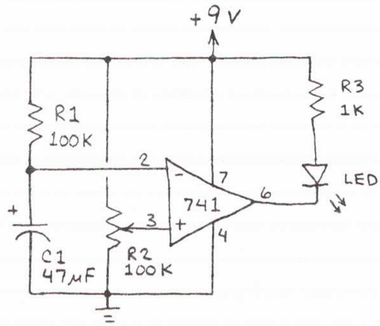
☐ **مقایسـه کننده با OPAMP ـ** در شـکل بالا، اگر مقاومت فیدبک (R۲) حذف شـود، وقتی ولتاژ اعمال شـده به ورودی فقط به اندازه ۰/۰۰۱ ولت تغییر کند، ولتاژ خروجی از روشـن کامل به خاموش کامل (یا بالعکس) مبدل می‌گردد!

این حالت شبه دیجیتالی، کاربردهای متنوع و مفیدی را ممکن می‌سازد. ۱۸۸

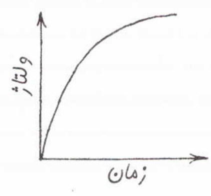
☐ **انواع OPAMPها ـ** آی‌سی‌های تقویت کننده عملیاتی در هر دو نوع دوقطبی و MOSFET در دسـترس هسـتند. برخی از OPAMPهای دو قطبی برای تأمین مقاومت ورودی بسـیار بالا، ورودی‌هـای FET یـا MOSFET دارند. OPAMPها در انواع گوناگونی سـاخته می‌شـوند. یک آی‌سی واحد ممکن است تا چهار OPAMP را در خود جای داده باشد.

تایمرها یا زمان‌سنج‌ها

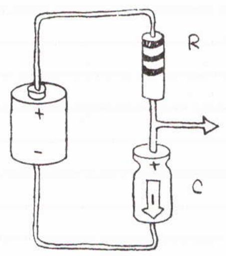
وقتی OPAMP به شکل یک مقایسه کننده عمل کند، از آن می‌توان در نقش یک تایمر بهره گرفت. تنها چیزی که به آن احتیاج داریم یک مدار RC(مقاومت ـ خازن) شبیه شکل زیر است:



تایمر



نمودار پر شدن RC



مدار RC

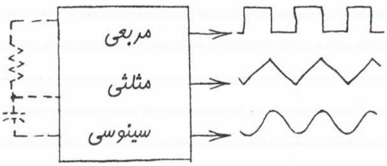
در دیاگرام مداری بالا سمت راست، R۱ و C۱ یک مدار RC را ایجاد می‌کنند. C۱ به تدریج و از طریق مقاومت R۱ تا ۹+ ولت شارژ می‌شود. وقتی ولتاژ C۱، از ولتاژ مبنائی که به ورودی غیرمعکوس کننده OPAMP می‌رسد، فراتر رود، خروجی آن از وضعیت بالا، به حالت پائین تغییر کرده و LED روشن می‌شود. زمان تأخیر را می‌توان با تغییر اندازه R۱ و C۱ یا تنظیم R۲، عوض کرد. اگر در مدار، یک کلید فشاری تعبیه شود، با تخلیهٔ خازن می‌توان سیکل جدیدی را آغاز کرد.

☐ **آی‌سی‌های تایمر ـ** مدار ساده بالا، قسمت کلیدی اکثر آی‌سی‌های تایمر می‌باشد. برای حصول یک خروجی قاطع و دقیق بالا یا پائین، اکثر آی‌سی‌های تایمر، در خروجی خود از یک فلیپ فلاپ سود می‌جویند. برخی از آنها هم شامل یک شمارنده باینری هستند که به ازای هر سیکل یا دورهٔ تأخیر، یک شماره اضافه می‌کند. با اضافه شدن هر شماره، عملکرد تایمر تجدید می‌شود. با استفاده از یک رمزگشا در خروجی شمارنده، میزان تأخیر را می‌توان از روزها تا سال یا بیشتر هم انتخاب نمود. تایمرها در هر دو نوع دوقطبی و CMOS در دسترس هستند.

۱۹۱

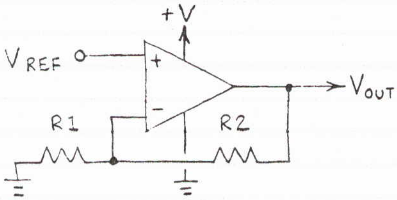
نکته: کامپیوترهای آنالوگ از OPAMPها برای حل معادلات پیچیده بهره می‌گیرند.

فانکشن ژنراتورها یا شکل‌موج‌سازها



به طوری که در شکل ملاحظه می‌کنید، این آی‌سی‌ها، قادر به ساخت امواج خروجی متنوعی می‌باشند. با بهره‌گیری از یک مدار RC خارجی، می‌توان فرکانس موج‌های حاصله را کنترل نمود.

رگولاتورها یا تنظیم کننده‌های ولتاژ



رگولاتور ولتاژ ساده

رگولاتورهای ولتاژ، ولتاژ اعمال شده به ورودی آنها را، به یک ولتاژ ثابت یا متغیر (ولی معمولاً کمتر) مبدل می‌سازند. اکثر موارد، یک ولتاژ مبنای ثابت و مختصر ۱ ولت یا چیزی در آن حدود، به ورودی غیرمعکوس کننده یک OPAMP اعمال می‌گردد. سپس، ولتاژ مبنا (یا V_{REF}) به نسبت مقاومت‌های فیدبک و ورودی (یعنی بهره)، تقویت می‌گردد. اگر یکی از مقاومت‌ها یک پتانسیومتر باشد، ولتاژ خروجی (V_{OUT}) می‌تواند بین V_{REF} و +V (ولتاژ تغذیه تراشه) تغییر کند. آی‌سی‌های رگولاتور واقعی، برای تأمین V_{REF} و همچنین افزایش قدرت خروجی، از ترانزیستورهای اضافی داخلی سود می‌جویند.

☐ **آی‌سی‌های رگولاتور ـ** آی‌سی‌های رگولاتور، با خروجی‌های ثابت و متغیر گوناگون، در دسترس هستند. اکثر این آی‌سی‌ها در یک محفظه فلزی جاسازی شده‌اند. برخی از آنها، برای انتقال دادن گرمای اضافی به فضای اطراف، به یک زائده یا دنباله فلزی مجهز هستند.

۱۹۰

⚠ **احتیاط ـ برای حصول نتایج بهتر، دستورالعمل‌های کارخانه سازنده و رعایت استانداردهای ایمنی لازم الاجرا می‌باشند.**

دیگر آی‌سی‌های خطی

آی‌سی‌های خطی گوناگونی وجود دارند که عملکردهای ویژه‌ای را ارائه می‌دهند و بسیاری از آنها جزو خانوادهٔ OPAMPها محسوب می‌شوند. برای مثال:

☐ **تقویت‌کننده‌های صوتی ـ** در انواع گوناگونی در دسترس هستند. برخی از آنها، دو تقویت

کننده در یک تراشه (به صورت استریو) می‌باشند.

☐ **PLL یا حلقه با فاز قفل‌شده** ـ بر مبنای این فکر قدیمی ولی ماهرانه طراحی گردیده که نوسان‌سازی که در یک تراشه قرار داده شده، فرکانس یک سیگنال وارده را تکرار یا ردیابی می‌نماید. از این پدیده برای آشکارسازی حضور یا وجود فرکانس‌های خاصی (شبیه تُن‌هائی که به وسیله دکمه‌های فشاری تلفن‌های دکمه‌ای تولید می‌شود) و همچنین برای مدوله‌زدائی (دمدولاسیون) سیگنال‌های رادیوئی FM، استفاده می‌کنند.

☐ **سایر آی‌سی‌های لینیر** ـ تراشه‌های مختلفی در دسترس هستند که از آنها در تلفن، رادیو، تلویزیون، کامپیوتر و مخابرات بهره گرفته می‌شود. همچنین باید به آی‌سی‌های گوناگونی که در آشکارسازی دما، نور و فشار از آنها استفاده می‌شود، اشاره کرد.

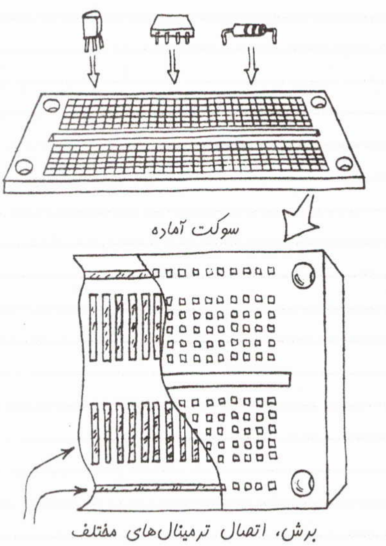
فصل هشتم

نکاتی درباره سرهم کردن مدارات

راه‌های گوناگونی برای ساختن دائمی یا موقت مدارات الکترونیکی وجود دارند. در این فصل به برخی از نکات مفید درباره سرهم کردن یا جمع کردن مدارات، نگاهی خواهیم انداخت.

مدارات موقت

همیشه بهتر است قبل از سرهم کردن قطعی و نهائی یک مدار، نمونه موقت آن را جمع کرد. در این صورت، از عملکرد خوب مدار اطمینان حاصل کرده و احیاناً اگر تغییری به نظرتان رسید می‌توانید آن را امتحان کنید. مهم‌ترین ابزار برای سرهم کردن موقت مدارات، «بِرد ـ بُرد»[1] آماده پلاستیکی و فاقد لحیم‌کاری است. داشتن چند تا از این مدارات آماده در روی میز کار کارگاه‌تان، فکر بدی نیست. این صفحه پلاستیکی به شما کمک می‌کند که کل مدار را ظرف چند دقیقه جمع کنید. اگر بین برخی ردیف‌ها یا ستون‌های «بِرد ـ بُرد»، اتصال



برش، اتصال ترمینال‌های مختلف به هم را نشان می‌دهد.

(1) bread board

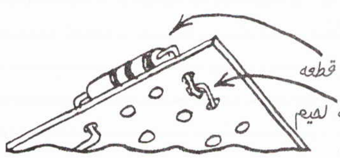
لازم وجود ندارد، از سیم‌های رابطی که باید خودتان بسازید و «جامپر» یا «پُل» نام دارند، استفاده کنید. برای پیشگیری از زخمی شدن انگشتان و همچنین خراب نشدن پایه آی‌سی‌ها، این تراشه‌ها را با دقت در «بِرد ـ بُرد» نصب یا از آن خارج سازید.

☺ **راهنمائی ـ «بِرد بُرد» را در یک سطح صاف قرار داده و پتانسیومتر، باتری، LED، کلیدها و غیره را به نوبت در آن نصب کنید.**

مدارات دائمی

به استثنای چند مدار خیلی ساده، اکثر مدارات دائمی بر روی یک جور بُرد مداری نصب می‌شوند.

☐ **ساختن بُردها یا صفحه مدارهای سوراخ‌دار ـ** سر سیم‌های قطعات مورد نظر را از سوراخ‌های مناسب موجود در روی صفحه مدار فنولی[1] یا مشابه آن عبور داده و از قسمت پشت مدار، آنها را به محل‌ها یا سر سیم‌های مورد نظر، لحیم می‌کنیم. معمولاً بهتر است از سیم‌های روکش‌دار برای این منظور استفاده کرد. از آنجائی که قبل از لحیم‌کاری، سر سیم‌ها به هم تابانیده می‌شوند، یک بار که این جور مدارات را بسازیم، تعمیر یا ایجاد تغییرات در آنها، قدری مشکل به نظر می‌رسد.

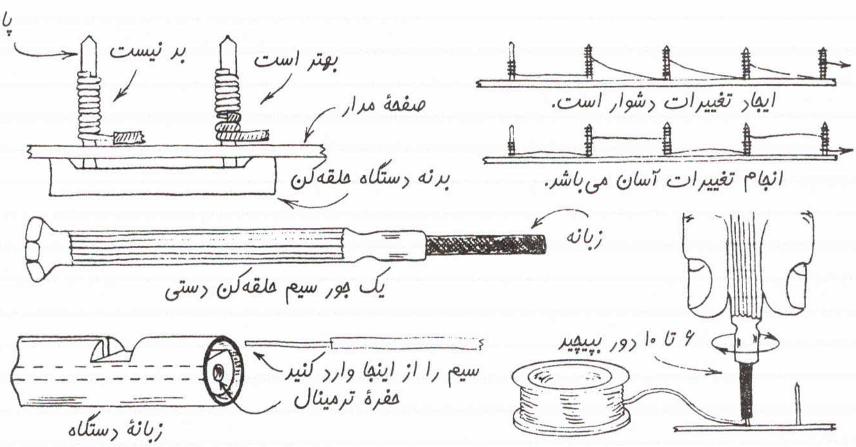


☐ **اتصال به روش سیم حلقه شده[2] ـ** این، سریع‌ترین راه برای سر هم کردن مداراتی است که شامل چند آی‌سی می‌باشد. برای انجام این عمل از وسیله مخصوصی که برای این کار ساخته شده و پایه‌های اتصال دهنده مربعی شکلی دارد، استفاده نمائید. این ابزار در نمونه‌های دستی و برقی وجود دارد. اگر از آن نوعی استفاده می‌کنید که لازم است قبلاً قسمتی از عایق سیم را لخت کنید، برای تثبیت اتصال، ابتدا چند دور سیم روکش‌دار را دور پایه مورد نظر بپیچید، چون اتصال پلاستیک به فلز، مطمئن‌تر و محکم‌تر است.

---

(۱) مواد فنولی مواد شیمیائی هستند که در گرما سخت می شوند و عمدتا از رزین‌های فنول_فرمالید تشکیل می‌گردند(م).

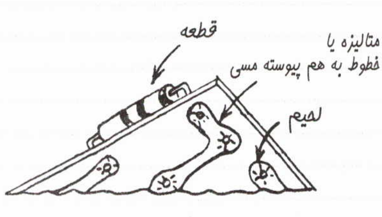
(۲) وایر رَپ (Wire wrap)



☐ **مدار چاپی یا (PC)** ـ ظاهر حرفه‌ای و قشنگی دارد و مدار کامل شده تمیزی را ایجاد می‌نماید. در این حالت به سوکت یا پایه‌ها نیازی احساس نمی‌شود ولی سر سیم‌های قرار گرفته در سوراخ‌های تعبیه شده در مسیرهای مسی مدار (یا به قول تعمیرکارهای حرفه‌ای «متالیزه[1]»)، باید به آنها لحیم شوند. انواع گوناگونی از مدارهای چاپی وجود دارند. دو نوعی که بیشتر مبتدیان از آنها استفاده می‌کنند به شرح زیر می‌باشند:

۱ـ مدار هزار سوراخ در واقع یک برد پلاستیکی است که سوراخ‌های افقی و عمودی زیادی دارد و از یک طرف مدار، در اطراف هر سوراخ، یک لایه یا رویهٔ مسی مدور قرار داده شده است. در برخی انواع، درست مثل «بِرد ـ بُرد»ها، گروه‌های خاصی از سوراخ‌های مجاور، به توسط یک نوار نازک مسی، به هم ارتباط دارند. همان‌طوری که قبلاً هم گفته شد، معمولاً لازم است بعضی از کنتاکت‌های مدار، توسط جامپرها به یکدیگر مربوط شوند.

۲ـ مدار چاپی‌های ویژه ـ برای ساختن آنها، یک نوار ویژه یا پوشش شیمیائی خاص را بر روی قسمت مسی فیبر مخصوص قرار می‌دهند. سپس با استفاده از یک سری عملیات شیمیائی شبیه حکاکی، قسمت‌های بدون پوشش مسی از بین رفته و قسمت‌های دلخواه به صورت یک طرح متصل به هم بر روی مدار باقی می‌مانند. بعداً با استفاده از مته‌های با قطر مناسب، سوراخ‌های لازم برای عبور سر سیم قطعات، تعبیه می‌شود. این روش کمی وقت‌گیر است ولی حاصل کار، مدارات بسیار دقیق و جالبی خواهد بود.



---

(۱) در بُردهای مدار چاپی دو یا چند لایهٔ، برای اتصال زیرورِوی بُرد یا ارتباط دادن لایه‌ها به هم، سوراخ‌های بین لایه‌ها را با فلزی به هم متصل می‌کنند که به این نحوه اتصال متالیزه می‌گویند(م).

چگونه لحیم‌کاری کنیم

عملکـرد مطمئـن و قابل اعتماد مداری کـه اتصالات لحیمی دارد، نیازمنـد لحیم‌کاری خوبی می‌باشد. در زیر برای انجام یک لحیم‌کاری مناسب، ۶ توصیه پیشنهاد شده است:

۱ـ همیشـه از یک هویهٔ ضعیف ۲۵ تا ۴۰ وات اسـتفاده کنید. مطمئن شـوید که نوک هویه را مطابق توصیه کارخانه سازنده، قلع اندود کرده‌اید.

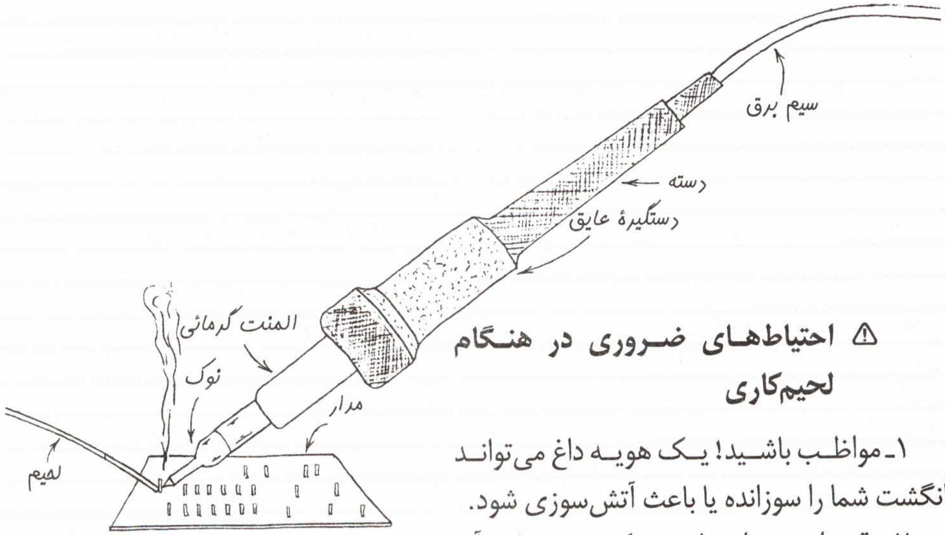
۲ـ در موقـع لحیم‌کاری قطعات الکترونیکی، همیشـه از لحیم‌های رُزینی (با اسـیدیته پائین) اسـتفاده کنید. بهره‌گیری از لحیم‌هائی که خاصیت اسـیدی بالائی دارند، باعث خورده شـدن سر سیم‌های لحیم شده خواهد شد.

۳ـ لحیم به: رنگ، گریس، روغن، موم یا روکش ذوب شـده سیم‌ها، نمی‌چسبد. اینگونه مواد خارجی را به کمک یک حلال مناسـب، سـیم ظرفشوئی یا یک کاغذ سـنباده نرم تمیز کنید. قبل از لحیـم‌کاری مدارهای چاپی، سـطح مس را به کمک یک سـیم ظرفشـوئی کامـلاً تمیز و براق نمائید (مس، باید کاملاً بدرخشد!)

۴ـ برای لحیم‌کاری، ابتدا، محل اتصال (نه لحیم) را به توسـط نوک یک هویهٔ داغ شـده، به مـدت چند ثانیه، گرم کرده و ضمن اینکه نـوک هویه به همانجا تکیه دارد، لحیم را به محل مورد نظر اتصال دهید.

۵ـ قبل از عقب کشـیدن هویه، به لحیم فرصت دهید که از اطراف و لابلای اتصال مورد نظر عبـور کنـد. از اعمال لحیم بیش از انـدازه پرهیز کرده و قبل از منجمد شـدن آن، قطعات یا محل اتصال را تکان ندهید.

۶ـ سعی کنید نوک هویه همیشه تمیز و براق باشد. کثافات و زوائد نوک هویه را با یک پارچه یا ابر (اسفنج) مرطوب تمیز کنید.



برای اینکه موقع سر و ته کردن فیبر، قطعات از جای خود تکان نخورند، می توانید آنها را با یک تکه نوار چسب در جای خود ثابت کنید.

⚠ احتیاط‌های ضروری در هنگام لحیم‌کاری

۱ـ مواظب باشید! یک هویه داغ می‌تواند انگشت شما را سوزانده یا باعث آتش‌سوزی شود.

۲ـ وقتی از هویه استفاده نمی‌کنید، دو شاخه آن را از برق بکشید.

۳ـ سیم برق را به جائی وصل کنید که در اثر راه رفتن، ناخودآگاه، سیم آن به دست یا پایتان گیر نکند و ....!

تأمین برق مورد نیاز مدارها

☐ **باتری معمولی ـ** مداراتی که مصرف کمی دارند، می‌توانند انرژی مورد نیاز خود را به توسط یک باتری تأمین کنند. این کار باعث می‌شود که کل مدار در یک محفظه کوچک و جمع و جور جا شده و ضمناً قابل حمل و جابجائی باشد.

☐ **باتری خورشیدی ـ** این باتری‌ها قادرند توان مورد نیاز مدار را مستقیماً تأمین کرده یا با استفاده از چند تا از آنها، یک باتری شارژی را پر نمایند.

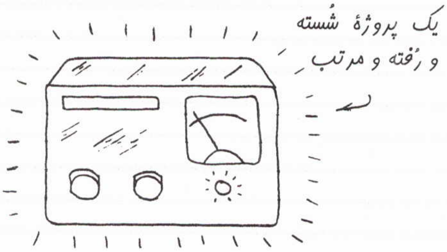
☐ **برق شهر ـ** ساده‌ترین منبع تغذیه برقی، همان آداپتورهای معمولی است. این آداپتورها بسیار جمع و جور بوده و استفاده از آنها بسیار ساده است. آداپتورها با ولتاژها و جریان‌های خروجی گوناگونی در دسترس هستند. البته خودتان هم می‌توانید با استفاده از یک آی‌سی رگولاتور ولتاژ،

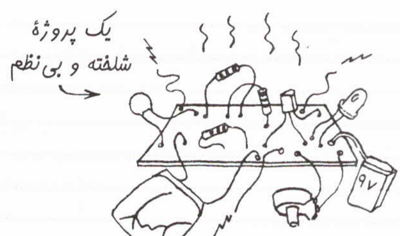
منبع تغذیه برقی مورد نیازتان را بسازید.

⚠ **احتیاط: وقتی منبع تغذیه برقی مورد نیاز را قرار است خودتان بسازید، نکات ایمنی را مدنظر داشته باشید. برای مثال، سیم برق، باید از لبه‌های تیز به جا مانده از متهٔ سوراخکاری در یک بدنه فلزی، حفاظت شود. برای اینکار، سوراخ ایجاد شده را با سوهان گرد، تمیز کرده و نهایتاً از یک واشر پلاستیکی مدور مخصوص استفاده کنید. تمام اتصالاتی که به برق شهر وصل می‌گردند باید در داخل یک محفظه در بسته جاسازی شوند. اگر این اتصالات به راحتی و بدون عایق و درپوش در دسترس باشند، خطر برق‌گرفتگی وجود دارد. قبل از اتصال دادن نهایی مدار به برق، یکبار دیگر مطمئن شوید که قطعاتی که مستقیماً قرار است به برق شهر متصل شوند(مثل کلیدها، فیوزها، ترانس و غیره) تحمل ولتاژ مورد نظر را داشته و ترجیحاً از آن قوی‌تر هستند.**

خلاصه اینکه ...

بقیه این کتاب به مداراتی اختصاص داده شده که به کمک یک «بِرد بُرد» و بدون نیاز به لحیم‌کاری قادرید آنها را به سرعت سر هم کنید. ممکن است علاقمند شوید بعضی از آنها را به صورت دائمی مونتاژ کرده و برای خودتان نگهدارید. برای کسب نتیجه بهتر، طرح را به طور کامل وارسی نمائید. مداری که به شکل تمیز و مرتب و با دقت سرهم شده باشد بسیار قابل اعتمادتر از طرحی است که به شکل شتابزده و بی‌دقت جمع شده باشد.





فصل نهم

۱۰۰ مدار الکترونیکی

در این قسمت مجموعه‌ای از یکصد مدار الکترونیکی عرضه شده است. من شخصاً همه آنها را سرهم کرده‌ام تا از عملکردشان اطمینان حاصل کنم.

☐ **انتخاب و جایگزینی قطعات ـ** شما می‌توانید با مراجعه به فروشگاه‌های قطعات الکترونیک، اکثر آنها را پیدا کنید. قبل از اینکه به این مراکز مراجعه کنید، برای صرفه‌جوئی در وقت، صورت قطعات مورد نیاز را تهیه نمائید. برای یافتن مشخصات بیشتری از قطعات مثل آمپر یا ولتاژ مجاز و نحوه اتصال پایه‌ها و غیره، به کتاب مشخصات قطعات الکترونیکی که در ایران به نام «باند ۱ و ۲» یا «جغدی» مشهور است رجوع نمائید. اگر قطعه خاصی را در یک فروشگاه پیدا نکردید ناامید نشوید و به چند فروشگاه دیگر هم سر بزنید. در بسیاری از موارد، جایگزینی قطعات بلامانع است. برای مثال جایگزین کردن یک ترانزیستور NPN سویچینگ مثل 2N3904 به جای 2N2222 یا غیره مشکلی ایجاد نمی‌کند. در مورد خازن‌ها و مقاومت‌ها هم همین‌طور است. مثل جانشین کردن یک مقاومت ۱/۲ کیلواهم به جای ۱ کیلواهم یا یک خازن ۱/۳۳ میکروفاراد به جای ۰/۴۷ میکروفاراد. ولی همیشه ولتاژ و توان مجاز قطعه جانشین شده را با مشخصات مدار مقایسه کنید.

☐ **وقتی یک مدار کار نمی‌کند ـ** مطمئن شوید که مدار، توان کافی و مناسب را دریافت می‌کند. اگر در اطراف مدار، گرما احساس می‌کنید یا بوی سوختگی به مشامتان می‌رسد، بلافاصله برق

مدار را قطع و کارهای زیر را انجام دهید:

۱ـ تمام اتصالات را مجدداً کنترل کنید: آیا اتصال دادن یک سیم را فراموش کرده‌اید؟ آیا یک پایه آی‌سی خم شده است؟ آیا لحیم یکی از اتصالات به صورت نامناسب انجام شده است؟ آیا یک دیود به صورت معکوس در مدار قرار گرفته؟

۲ـ آیا یک قطعه خراب است؟

۳ـ گاهی اوقات، به خصوص زمانی که طول سیم‌های منبع تغذیه از ۱۵ سانتیمتر بیشتر باشند، مدارهای آی‌سی‌دار، یا اصلاً کار نمی‌کنند یا عملکرد نامناسبی را از خود نشان می‌دهند. در این صورت، در محل ورود تغذیه آی‌سی، به دو سرسیم‌های منبع تغذیه، یک خازن ۰/۱ میکروفاراد وصل کنید. اگر اینکار جواب نداد، در محل ورود سیم‌های منبع تغذیه به صفحه مدار، از یک خازن ۱ تا ۱۰ میکروفاراد کمک بگیرید.

۴ـ آیا در طرح اصلی مدار، خطائی رخ داده؟

☐ ***اول ایمنی*** ـ وقتی با مداراتی که با برق شهر تغذیه می‌شوند کار می‌کنید رعایت نکات ایمنی را فراموش نکنید. در موقع لحیم‌کاری هم دقت لازم را مبذول دارید. مداراتی که به بلندگو مجهز هستند، ممکن است در شروع کار، صدای بسیار بلندی را از خود منتشر نمایند. در موقع راه‌اندازی، از مدار کمی فاصله گرفته و به هیچ عنوان از گوشی استفاده نکنید.

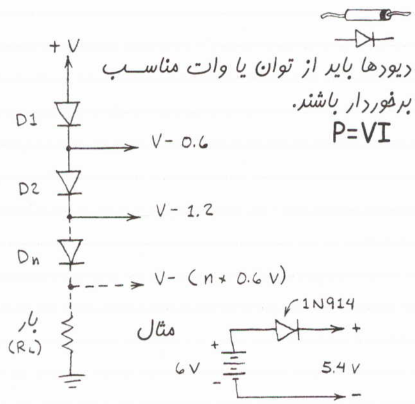
☐ ***فراتر از اینها*** ـ سعی کنید با تغییر مقادیر مقاومت‌ها و خازن‌ها در مدارات RC (صفحه ۵۵) خودتان تجربیات تازه‌ای به دست آورید. علاوه بر این، در مداراتی که شامل رله یا بیزر پیزوالکتریک و غیره هستند، با جانشین کردن دستگاه‌ها و وسائل خارجی، عملکرد مدار را امتحان کنید. در این حالت فقط از حد مجاز جریان و ولتاژ فراتر نروید. از قانون اهم بهره گرفته و در صورت لزوم برای کاهش جریان، از مقاومت سری کمک بگیرید. قبل از ساختن مدار دائمی، از یک «بِرد بُرد» استفاده کرده و نمونه آزمایشی آن را بسازید. همان‌طوری که بالاتر هم اشاره شد، قبل از خرید یا نصب قطعات، با مراجعه به کتاب مشخصات قطعات الکترونیکی، از میزان جریان و ولتاژ مجاز و همچنین اتصال صحیح پایه‌ها و غیره اطلاع حاصل کنید.

مدارات دیودی

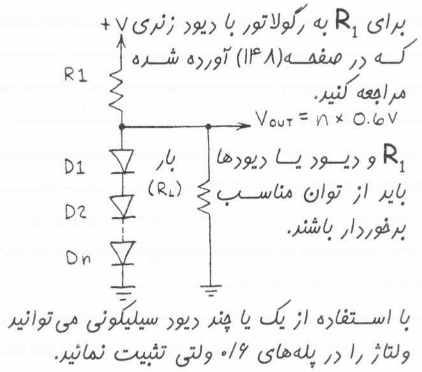
دیودهای مختلف، کاربردهای گوناگونی دارند. در زیر چند مدار نمونه ارائه شده است.

دیودهای سیگنال کوچک و یکسوسازها

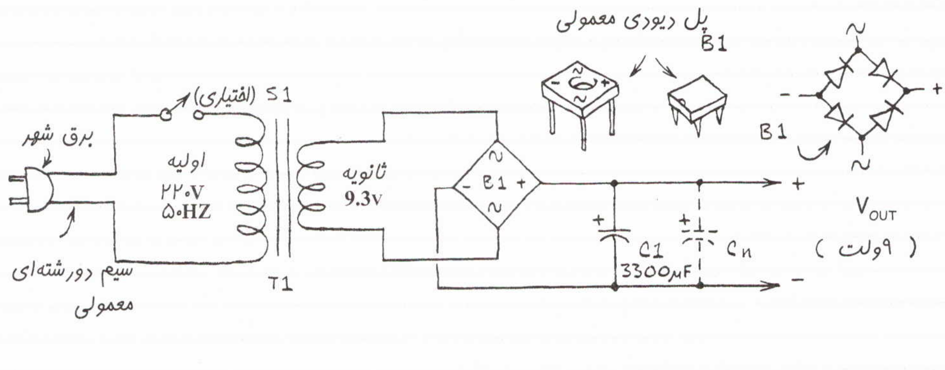
کاهندهٔ ولتاژ



رگولاتور ولتاژ



منبع تغذیه ۹ ولت

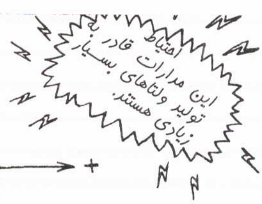


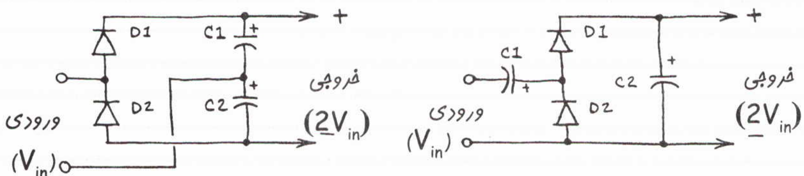
این مدار یک منبع تغذیه برقی و ساده ۹ ولتی با برق شهر می‌باشد. برای کم کردن ریپل (موجک) اضافه شده به ولتاژ DC خروجی، از خازن با ظرفیت زیاد استفاده کنید. حداقل ولتاژ کاری *DC* یا «*WVDC*» خازن‌ها و کمترین ولتاژ پیک معکوس پل یکسوساز باید ۱۲ ولت باشند. ترانس و پل مزبور، هر دو باید از جریان و توان مناسبی برخوردار باشند (از قانون اهم کمک بگیرید). برای پایداری بیشتر ولتاژ خروجی، از خازن کم‌ظرفیت (در حد نانوفاراد) که به صورت خط‌چین نشان داده شده، استفاده نمائید.

⚠ احتیاط ⚠

تمام قسمت‌های حامل برق AC باید عایق‌بندی شده یا در محفظه مناسبی قرار گیرند. وقتی در حال سرهم کردن مدار یا کنترل آن هستید، حتماً دوشاخه را از برق بکشید!

☐ دوبرابر کننده‌های ولتاژ

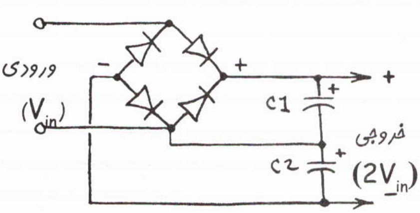




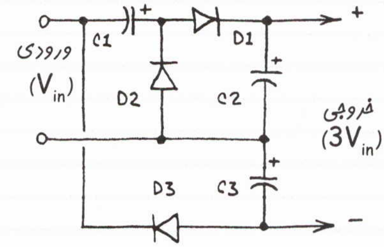
معمولی   کاسکید یا زنجیره‌ای

این دو مدار، ولتاژ AC ورودی را تقریباً دو برابر کرده و در خروجی، به صورت DC تحویل می‌دهند. از دیودها و خازن‌هائی که تحمل دوبرابر ولتاژ ورودی را داشته باشند، استفاده کنید. با استفاده از خازن‌های بزرگی برای C۱، C۲، می‌توان ریپل خروجی را کاهش داد.

دو برابر کننده نشان داده شده در شکل مقابل که دارای یک پل یکسوساز می‌باشد، بسیار مؤثرتر و بهتر از دو نمونه قبلی است. از آنجائی که چهار دیود نشان داده شده به صورت یک مجموعه آماده در بازار یافت می‌شوند، ساخت این مدار خیلی ساده است.

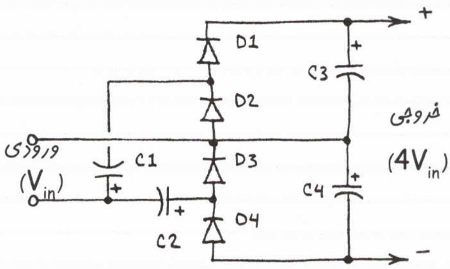


☐ سه برابر کننده ولتاژ



ولتاژ ورودی AC را سه برابر کرده و به صورت DC در خروجی ارائه می‌دهد. توان تمام قطعات مصرف شده باید از دو برابر ولتاژ ورودی بیشتر باشند.

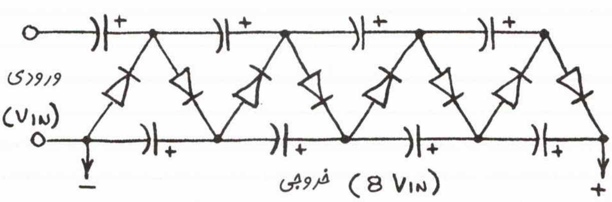
☐ چهار برابر کنندهٔ ولتاژ



ولتاژ ورودی AC را چهار برابر کرده و به صورت DC در خروجی تحویل می‌دهد. توان تمام قطعات مصرف شده باید از دو برابر ولتاژ ورودی بیشتر باشند.

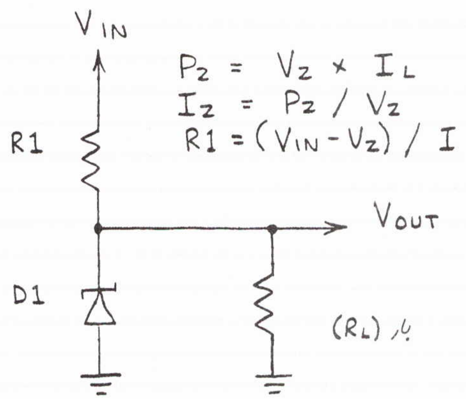
☐ افزاینده زنجیره‌ای یا کاسکید

این مدار، ولتاژ AC ورودی را ۸ برابر کرده و درخروجی به شکل DC تحویل می‌دهد. توان تمام قطعات مصرف شده باید بیش از دو برابر ولتاژ ورودی باشد. برای به دست آوردن مضرب‌های بالاتر ولتاژ خروجی، خودتان طبقات جدید را اضافه کنید.



مداراتی با دیودهای زنر

رگولاتور ولتاژ



این مدار، یک ولتاژ تثبیت نشـده مثلاً ولتـاژ یـک باتـری را تنظیم کـرده و یک ولتـاژ پایدار و ثابـت (V_{OUT}) را به خروجی ارائـه می‌دهـد. Vin می‌تواند متغیر باشـد ولی حتماً بایـد ۱ ولت بالاتر از V_{OUT} مورد نظر باشـد. I_L می‌تواند بین صفر میلی‌آمپر تـا یکْ حداکثـر از قبل برنامه‌ریزی شـده، تغییر نماید. اگر I_L به صفر برسد، I تغییری نمی‌کنـد. ولـی از آنجائـی کـه $I=I_L+I_Z$ اسـت،اگر I_L کم شـود، I_Z زیاد خواهد شد. به عبارت دیگر، حتی وقتی بار حذف شود، رگولاتور همیشه از همان جریان استفاده می‌کند.

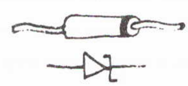
I_L= حداکثر جریان بار

I_Z= حداکثر جریان زنر

$I=R_1$ جریان در

V_Z= ولتاژ دیود زنر

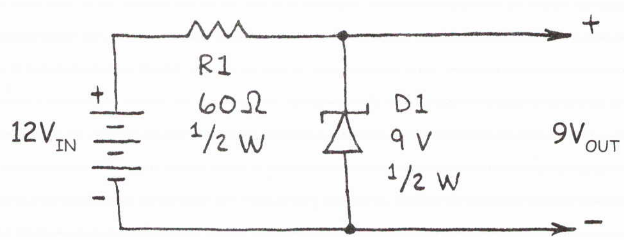
P_Z= توان دیود زنر



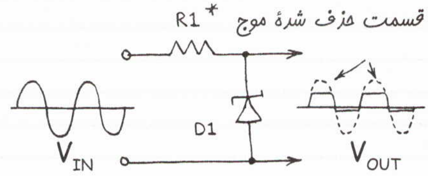
⚠ **احتیاط** ⚠

D۱ و R۱ باید از توان مناسبی برخوردار باشند. از قانون اهم در صفحه (۲۶) استفاده کنید.

مدار نمونه ـ یک رادیو، جریانی بین ۲۰ تا ۵۰ میلی‌آمپر را از یک باتری ۹ ولتی می‌کشد. اگر می‌خواهید آن را با یک باتری ۱۲ولتی روشـن کنید، از یک دیود زنر ۹ ولت نیم‌وات بهره بگیرید. R۱ باید حتماً ۶۰اهم یا نزدیک به آن بوده و حداقل ۰/۱۵ وات باشد.



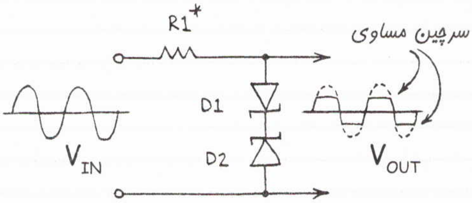
☐ سر چین یا برشگر شکل موج یک طرفه



این یک مدار بسیار مفید و پراستفاده برای کم کردن ولتاژ سیگنال ورودی و رساندن آن به یک حد مناسب می‌باشد. با بهره‌گیری از آن و با تقریب قابل قبول می‌توان موج سینوسی یا مثلثی را به مربعی بدل نمود.

*در مورد R۱ به مدار نمونه صفحه قبل مراجعه کرده و طوری عمل کنید که جریان I، حداقل ۲ میلی‌آمپر باشد.

☐ سرچین یا برشگر شکل موج دو طرفه

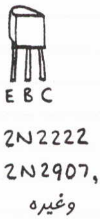


این یک نمونه متقارن کننده شکل موج از مدار سرچین شکل موج یک طرفه است. اگر $(V_Z=D_1=D_2)$ باشد، مدار بالا، سر و ته موج ورودی را به یک اندازه کوتاه می‌کند. برای ساختن شکل موج‌های مربعی یا حفاظت بلندگوها از سیگنال‌های با تراز بیش از اندازه، از این مدار استفاده کنید.

*در مورد R۱، به مدار نمونه صفحه قبل مراجعه کرده و طوری عمل کنید که جریان I، حداقل ۲ میلی‌آمپر باشد.

مدارات ترانزیستوری

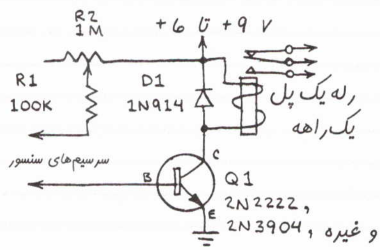
این مدارات به دقت بیشتری نیاز داشته و هر دو نوع ترانزیستورهای دوقطبی و اثر میدان با کاربردهای گوناگونی عرضه شده‌اند.



مدارات ترانزیستورهای دوقطبی

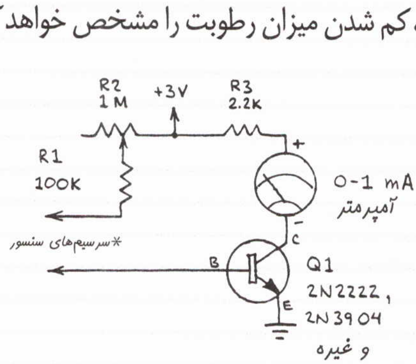
□ رله تحریک شونده با رطوبت

این مدار، وقتی میزان رطوبت از حد مشخصی که به وسیله R۲ تنظیم می‌گردد، فراتر رود، یک رله ۶ تا ۹ ولت با پیچک ۵۰۰ اهم را تحریک می‌کند. از کنتاکت‌های تحریک شده می‌توان جهت روشن کردن یک لامپ یا راه‌اندازی یک دستگاه دیگر بهره گرفت. با استفاده از این مدار می‌توان بارش باران را نیز اطلاع رسانی نمود.

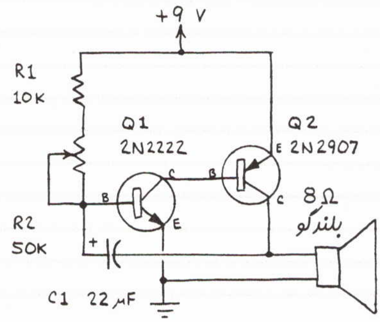


□ رطوبت‌سنج

با استفاده از این مدار می‌توانید میزان رطوبت در خاک باغچه را اندازه بگیرید. وقتی رطوبت خاک در حد دلخواه است، R۲ را به گونه‌ای تنظیم کنید که آمپرمتر عبور جریان ۱ میلی‌آمپر را نشان دهد. به این ترتیب، عقربهٔ آمپرمتر، کم شدن میزان رطوبت را مشخص خواهد کرد.

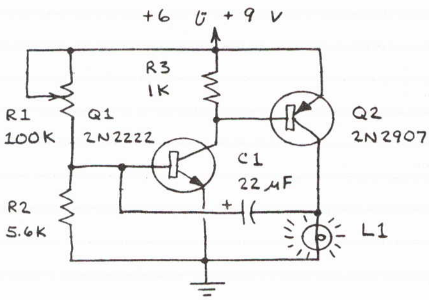


□ مترونوم[1]



یـک مترونـوم بـا ایجاد یک سـری تیک‌های منظم صوتی، در واقع زمان را، زمان‌بنـدی می‌کند! با تغییـر اندازهٔ خازن C۱ یا تغییر مقدار R۲، می‌توانید سـرعت نواخته شدن تیک‌ها را تنظیم کنید.

□ چشمک‌زن نوری



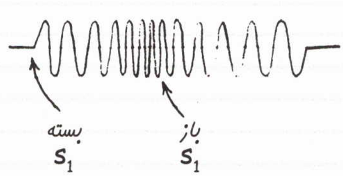
این مدار باعث می‌شود که لامپ L۱ در هر ثانیه یا چیزی در این حدود، یکبار روشن شود. سرعت چشمک‌زدن را R۱ تنظیم می‌کنـد. از لامپ‌هـای ظریف شماره ۱۲۲ یا ۲۲۲ استفاده کنید.

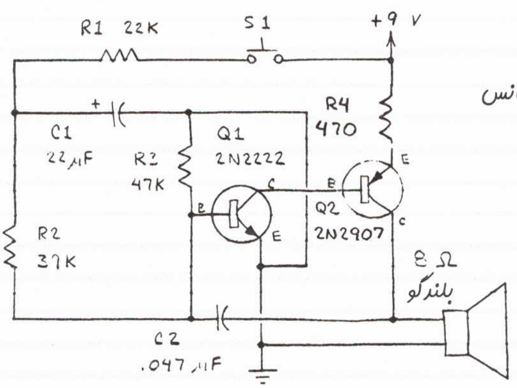
□ آژیر

برای راه‌اندازی مدار، کلید S۱ را ببندید. فرکانس صوتی که از بلندگو خارج می‌شود، همزمان با پر شـدن خازن C۱، رو به افزایش می‌گذارد. اکنون اگر کلید S۱ را رها کنید تا باز شـود، مانند شکل زیر، همگام با تخلیه C۱، فرکانس صوت منتشره، روند نزولی به خود می‌گیرد.

راهنمائی

بـرای تغییـر دادن زمان بالا یا پائیـن رفتن فرکانس صوت حاصله، اندازه R1 را تغییر دهید.

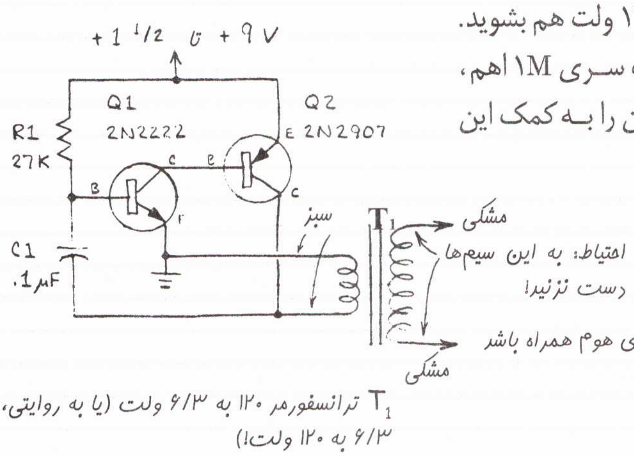




(۱) وسیله یا مداری که تیک‌های صوتی تولید می‌نماید و معمولاً از آن در زمان‌بندی موسیقی هم بهره گرفته می‌شود(م).

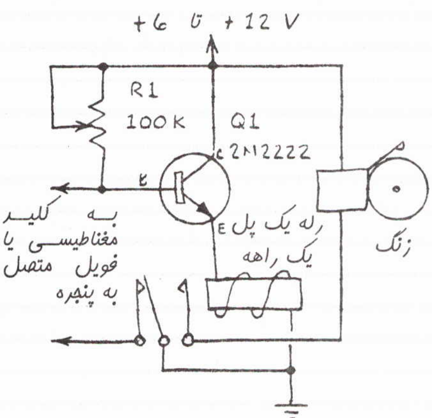
◻ منبع تغذیه با ولتاژ بالا

این مدار وقتی به یک باتری کتابی ۹ ولتی متصل شود، در خروجی خود یک پالس ۲۲۰ ولتی DC را ارائه می‌دهد. اگر به جای باتری یاد شده، از باتری قلمی یا متوسط یا بزرگ ۱/۵ ولتی استفاده کنید، با تغییر دادن خازن C1 شاید قادر به تولید ولتاژ خروجی تا حد ۱۷۰ ولت هم بشوید. با بهره گرفتن از یک مقاومت سری 1M اهم، قادرید یک یا چند لامپ نئون را به کمک این مدار روشن کنید.

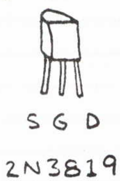


◻ هشدار دهنده (آلارم) سارق

وقتی کلید مغناطیسی تغییر وضعیت داده یا نوار فلزی نازک (فویل) متصل به پنجره پاره شود، هشدار دهنده عمل کرده و آنقدر به کار خود می‌دهد تا باتری از آن جدا شود. پتانسیومتر R1 را در حداکثر ممکن قرار دهید. یکی از سرسیم‌هائی را که به فویل یا کلید مغناطیسی رفته، قطع کنید. سپس اندازه R1 را به تدریج کم کرده و آنقدر ادامه دهید که دقیقاً از آستانهٔ تحریک زنگ عبور کنید. مصرف مدار با باتری ۶ ولتی فقط ۰/۳ میلی‌آمپر است. وقتی از باتری ۶ یا ۹ ولتی استفاده می‌کنید، از رله ۶ ولت با پیچک ۵۰۰ اهم بهره بگیرید و وقتی از باتری ۱۲ ولتی سود می‌جوئید از نمونهٔ ۱۲ ولت ۱۲۰۰ اهم استفاده نمائید.

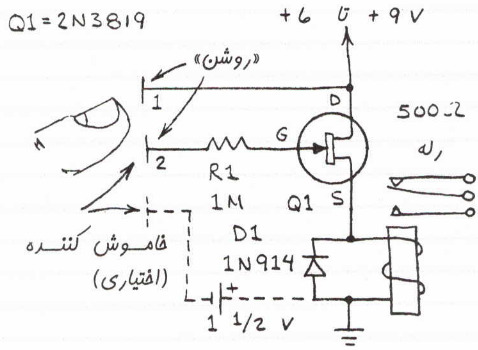


توجه: سر هم کردن، نصب و مخفی کردن این مجموعه، دقت و حوصلهٔ زیادی را می‌طلبد.



مداراتی با FETهای پیوندی

کلید لمسی



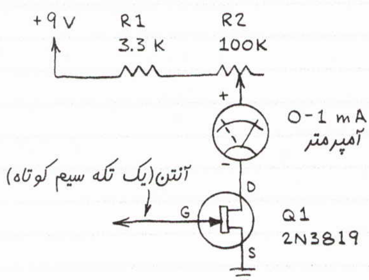
خارجی (بیرون از خانه):

در فاصله دور از سیم‌کشی برق شهر، تماس مختصری با کنتاکت های روشن کننده، برای تحریک رله کافی است. برای خلاص کردن رله، فقط کنتاکت (۲) را لمس کنید.

داخلی:

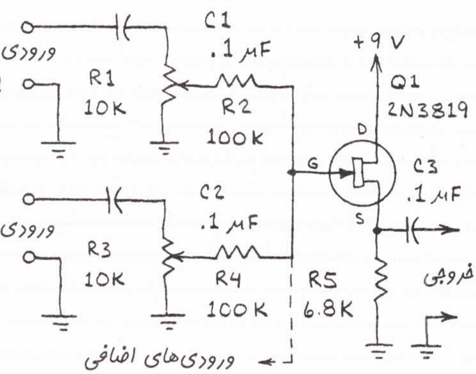
به نظر می‌رسد که استفاده از مدار خاموش کنندهٔ اختیاری نیز ضروری باشد.

برق نما



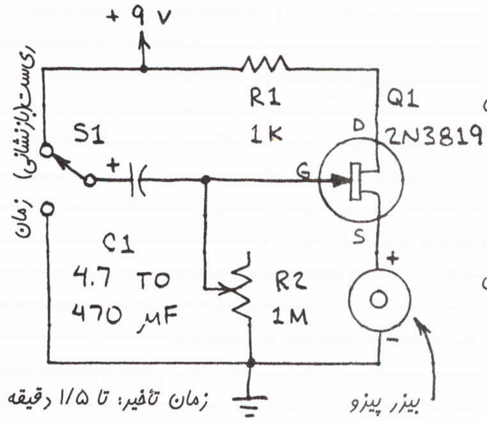
این مدار، الکتریسته ساکن جمع شده بر روی یک جسم، مثل شانه پلاستیکی یا شئ شبیه آن را از فاصله ۳۰ سانتیمتری نشان می‌دهد. R1 را طوری تنظیم کنید که آمپرمتر، ۱ میلی‌آمپر را بخواند. نزدیک کردن جسم باردار به آنتن، موجب کاهش عدد خوانده شده توسط آمپرمتر می‌گردد.

□ مخلوط کننده یا میکسر صوتی



بـا اسـتفاده از این مدار می‌تـوان دو یا چند میکروفون یا دسـتگاه دیگر را بـه یک تقویت کننده متصل نمود. با تنظیم R۱ و R۳ می‌توان سهم هر یک از ورودی‌ها در خروجی را انتخاب نمـود. لـذا R۱ و R۳ را می‌تـوان کنترل‌هـای بالانس یا متعادل کننده دانست.

□ زمان‌سنج یا تایمر

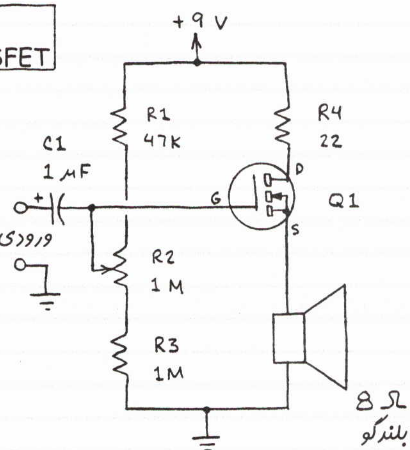


اگر S۱ را در وضعیت ری‌سِـت یا باز نشانی قـرار دهید بیـزر به صدا در خواهد آمد. سـپس آن را بـه حالت زمـان ببرید. مادامـی که زمان تأخیر سپری نشـده، بیزر صامت بوده و سپس شـروع به انتشـار صدا خواهد کرد. برای کسب تأخیرهـای طولانی‌تر، اندازه‌های C۱ و R۱ را افزایش دهید. اگر می‌خواهید سـرعت ری‌سِت شـدن مـدار افزایش یابـد، مقاومـت R۲ را در وضعیت ری‌سِت، کاهش دهید.

مداراتی با MOSFETهای قدرت (DMOS، VMOS و غیره)

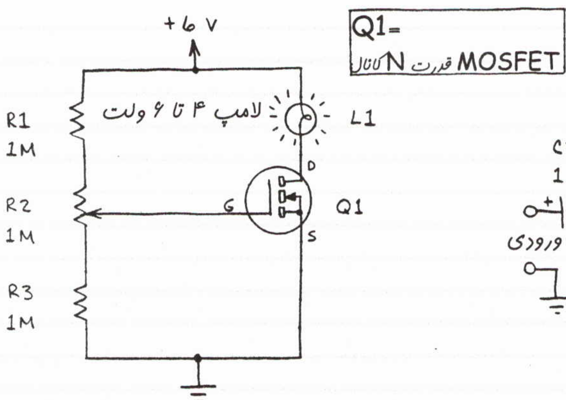


☐ تقویت کننده صوتی



سیگنال‌ها و تُن‌های رسیده از سایر مدارات را تقویت می‌کند. R۲، بهره (یا ولوم یعنی شدت صوت) را کنترل می‌نماید.

☐ دیمر (کم و زیاد کننده) خطی نور



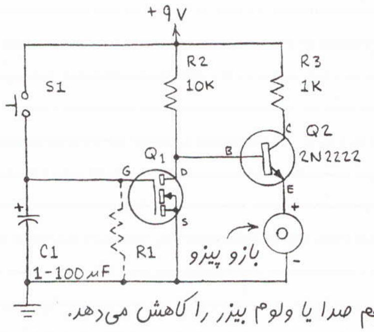
برای تغییر دادن شدت نور، تنظیم R۲ را عوض کنید.

این مدار، نحوه عملکرد یک MOSFET قدرت در نقش یک مقاومت متغیر را نشان می‌دهد

☐ مدارات تأخیری طولانی‌مدت

۱ـ روشن شدن پس از سپری شدن زمان تأخیر

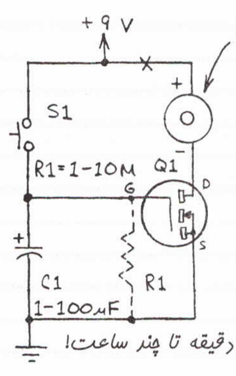
Q۲، وضعیت Q۱ را برعکس می‌کند. بنابراین پس از تکمیل زمان تأخیر، بیزر به صدا در می‌آید. برای به دست آوردن زمان‌های تأخیر طولانی‌تر، اندازهٔ C۱ را افزایش دهید.



R_3، حجم صدا یا ولوم بیزر را کاهش می‌دهد.

۲ـ خاموش کردن پس از سپری شدن زمان تأخیر

برای راه‌اندازی بیزر، کلید S۱ را بسته و باز کنید. پس از تخلیه داخلی خازن C۱ یا دشارژ آن از طریق مقاومت اختیاری R۱، Q۱ از کار افتاده و بیزر را ساکت می‌کند. ایجاد تأخیرهای طولانی‌تر نیز ممکن است.



از توان مجاز Q_1 تجاوز نکنید. برای کاهش جریان جاری در Q_1 و بار، از یک مقاومت سری در محلی که با × نشان داده شده استفاده نمائید.

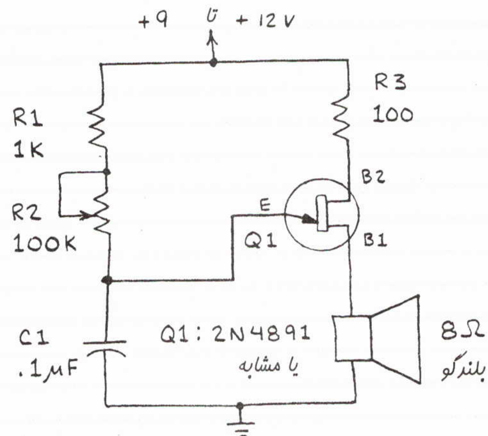
زمان تأخیر از دقیقه تا چند ساعت!



مداراتی با ترانزیستورهای تک پیوندی

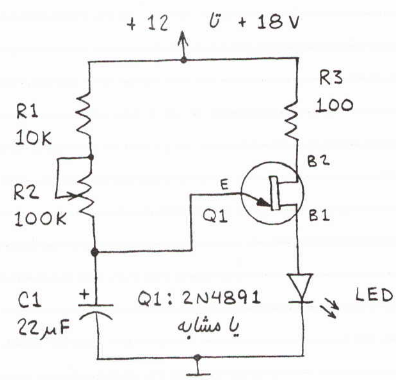
□ مولد تُن

اصول کار این مدار و نمونه «مبنای زمان» نشان داده شده در مدار بعدی، یکسان است. برای تسریع در چرخهٔ پر و خالی شدن، C۱ خیلی کوچک انتخاب گردیده است. نتیجه، تُن با فرکانس صوتی است که از بلندگو پخش می‌شود. این مدار به روش نشان داده شده در مدار اُرگ صفحه بعدی نیز قابل گسترش است.

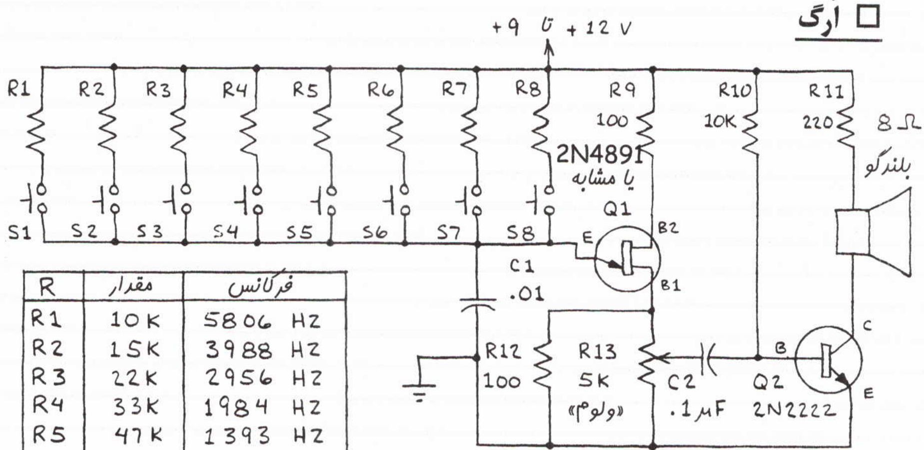


□ مبنای زمان

هر بار که UJT استفاده شده در مدار یعنی Q۱، فعال شود، بار C۱ در LED تخلیه می‌گردد. در پاسخ به بار دریافتی، LED چشمک می‌زند. بین چشمک‌ها، نور LED به تدریج محو می‌شود. با توجه به نقش مهمی که «مبنای زمان» در مدارات الکترونیکی ایفا می‌کند، با استفاده از R۲ می‌توان سرعت چشمک زدن LED را روی یکبار در ثانیه تنظیم نمود.



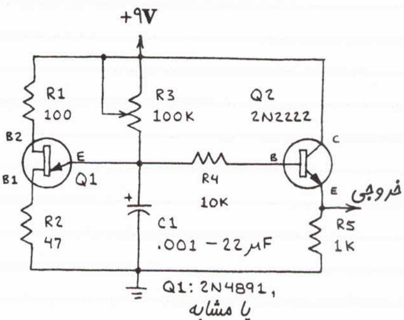
☐ اُرگ



R	مقدار	فرکانس
R1	10K	5806 HZ
R2	15K	3988 HZ
R3	22K	2956 HZ
R4	33K	1984 HZ
R5	47K	1393 HZ
R6	68K	941 HZ
R7	100K	583 HZ
R8	150K	430 HZ

در جدول، برخی از فرکانس‌ها به صورت نمونه نشان داده شده‌اند. بـرای ایجاد تغییر کلی در گسـترهٔ فرکانس‌ها، اندازه C1 را عوض کنید.

☐ مولد موج شیب‌دار



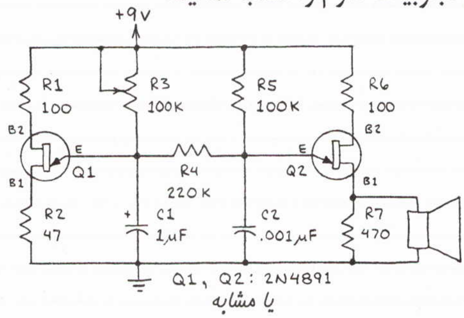
Q2 نمونـه‌ای از ولتـاژ C1 راگرفتـه و یک موج شـیب‌دار (یـا مـوج دندانـه اره‌ای) را بـه خروجـی ارائه می‌دهد. R3، سـرعت تولید شـیب‌ها راکنترل می‌کند.



موج‌هـای شـیب‌دار، ولتـاژ تدریجاً بالاروندهٔ مورد نیاز بسیاری از مدارات دیگر را تأمین می‌نمایند.

□ مقلد صدای جیرجیرک!

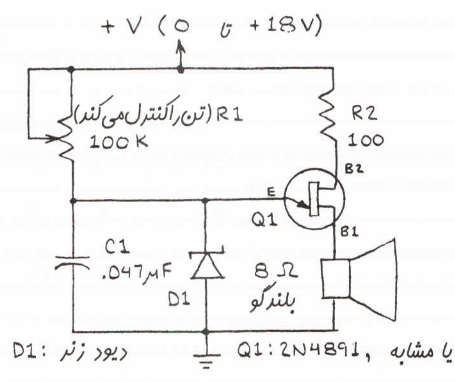
این مدار، صداهای گوناگون و استثنائی را تولید و پخش می‌کند. به طوری که در روی نقشه نشان داده شده، با تنظیم R۳ می‌توانید یک جور همهمه یا نویز را ایجاد کرده یا صوتی شبیه صدای جیرجیرک را تقلید کنید. برای به دست آوردن دیگر جلوه‌های صوتی، با تغییر دادن اندازه‌های C۱، R۵ و C۲، خودتان تجربیات لازم را کسب نمائید.



□

نوسان‌ساز حساس به ولتاژ

وقتی V_{IN}، کمتر از Vz دیود D۱ این مدار شود، صدای تُن تولید شدهٔ آن به گوش می‌رسد. اندازهٔ Vz دیود D۱ را طوری انتخاب کنید که تراز خاموش شدن مورد نظر را تأمین نماید. وقتی ولتاژ یک باتری (که خود، مدار دیگری را تغذیه می‌کند)، از حد مشخصی کمتر شود، از مدار حاضر می‌توان برای آشکارسازی این کمبود ولتاژ بهره گرفت. این یک مثال عالی از یک مدار ساده است که هنوز هم کاربردهای زیادی دارد.



(۱) نقطه مقابل بلندگوهای ووفر. بلندگوئی است که برای پخش فرکانس‌های بسیار بالا که از ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ هرتز شروع شده و تا ۲۰۰۰۰ هرتز ادامه می‌یابد ساخته شده است (م).

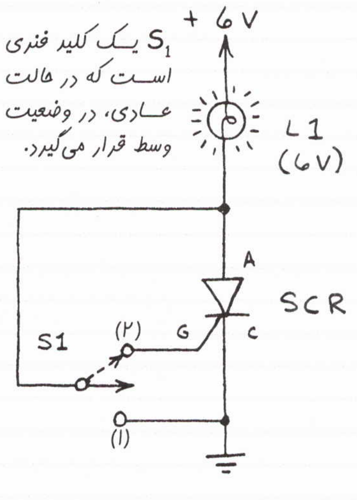
مدارات تریستور

یکسوسازهای کنترل شدهٔ سیلیکونی (SCRها) و ترایاک‌ها در نقش کلیدهای حالت جامد، کاربردهای فراوانی دارند.

مدارات SCR

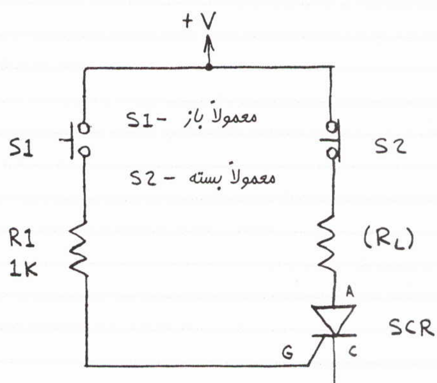
مدار آزمایش کننده SCR

S۱ یک کلید یک پل دوراهه است. در وضعیت (۱)، مدار از طریق شاخه فرعی سمت چپ (اصطلاحاً شانت) بسته شده و بدون آنکه SCR نقشی داشته باشد لامپ روشن می‌شود و به آزمایشگر اطمینان می‌دهد که لامپ سالم بوده و نسوخته است. در حالت خنثی یا وسط کلید، اتفاق خاصی نمی‌افتد و لامپ خاموش باقی می‌ماند. و بالاخره در حالت (۲)، اگر SCR سالم باشد، تحریک شده و لامپ را روشن می‌نماید. یکبار که کلید در وضعیت (۲) قرار گرفت، با رها کردن کلید و بازگشت آن به حالت وسط، باز هم لامپ روشن باقی می‌ماند. تنها راه خاموش کردن لامپ جدا کردن تغذیه است.



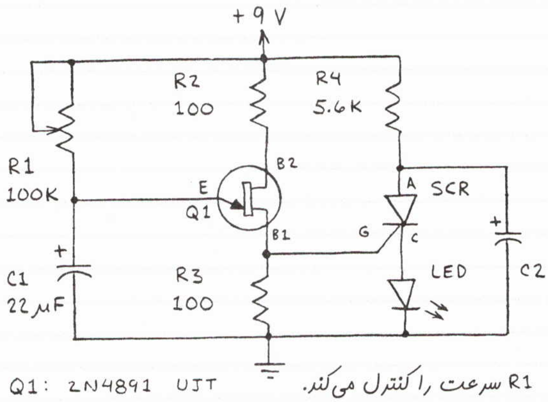
کلید قفل کننده یا نگهدارنده

کلید S۱ را ببندید تا SCR روشن شده و جریان مورد نیاز بار را تأمین کند. پس از رها کردن S۱، باز هم SCR روشن مانده و به کار خود ادامه می‌دهد مگر اینکه، یا بار مورد نظر موتور الکتریکی باشد و یا S۲ یکبار باز شود.



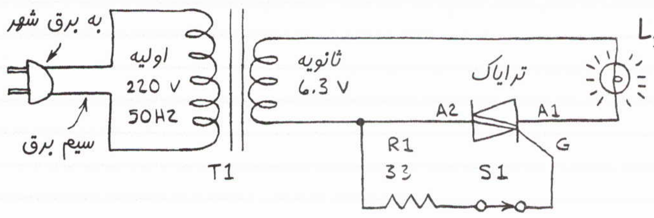
□ LED چشمک‌زن با تخلیه خازن

وقتی SCR خاموش است، C۲ از طریق R۴ پر می‌شود. وقتی در اثر پالسی که از UJT یعنی Q۱ به SCR می‌رسد، SCR روشن شود، بار C۱ سریعاً به LED تغذیه می‌گردد. در این صورت، چــون دیگــر جریان نگهدارندهٔ کافی وجود ندارد، SCR و LED هر دو خاموش شــده و این چرخه تکرار می‌شود.



مدارات ترایاک

مدار آزمایش کنندهٔ ترایاک

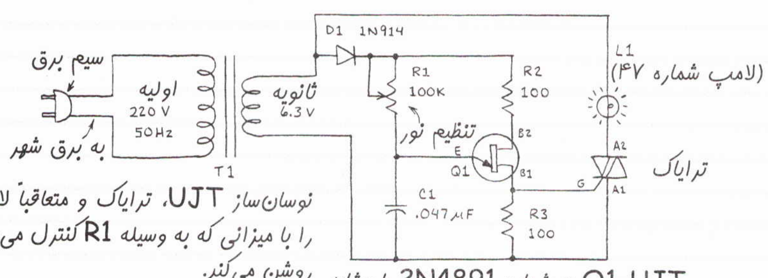


وقتی S_1 بسته باشد، L_1 روشن می‌شود. وقتی S_1 باز باشد، L_1 خاموش می‌ماند.

⚠ **احتیاط: ترایاک‌ها برای کار با برق AC طراحی شده‌اند. وقتی با برق شهر کار می‌کنید نکات ایمنی فردی را مدنظر داشته باشید. مطمئن شوید که تمام اتصالات مربوط به برق شهر عایق‌بندی شده و یا در یک محفظه قرار گرفته باشند.**

مدارات دیمر نوری

۱ـ دیمر ۶/۳ ولت



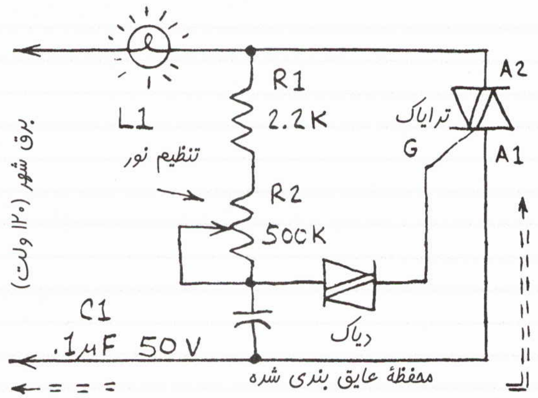
نوسان‌ساز UJT، ترایاک و متعاقباً لامپ را با میزانی که به وسیله R1 کنترل می‌شود، روشن می‌کند.

Q1: UJT به شماره 2N4891 یا مشابه

۲ـ دیمر ۱۲۰ ولت

این مداری است که اکثر دیمرهای خانگی از آن استفاده می‌کنند. L1 می‌تواند یک لامپ ۱۲۰ ولت حداکثر ۱۰۰ واتی باشد. اگر در موقع کار مشاهده کردید ترایاک داغ می‌شود، از هیت سینک استفاده کنید.

دیاک، دیودی است که از طرفین، قابلیت تحریک دارد.



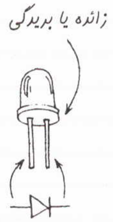
⚠ **احتیاط وقتی برق این مدار وصل است، باید در یک محفظه کاملاً عایق و خارج از دسترس قرار بگیرد.**

مدارات الکترونیک نوری

مداراتـی کـه از قطعـات الکترونیک نوری اسـتفاده می‌کنند جـزو جالب‌ترین و پرمصرف‌ترین‌ها هستند.

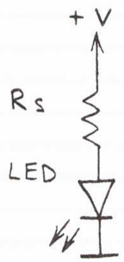
مداراتی با دیودهای نورافشان (LEDها)

☐ مدار تغذیهٔ LED



مثـال: فرض کنیـد می‌خواهید یک LED قرمز را با یـک جریان موافق (I_{LED}) ۱۰ میلی‌آمپر (۰/۰۱ آمپر) از یک تغذیهٔ ۵ ولتی روشـن کنید. با مراجعه به راهنمای سازنده می‌بینیم که ولتاژ مجاز LED(V_{LED})، ۱/۷ ولت است. بنابراین:

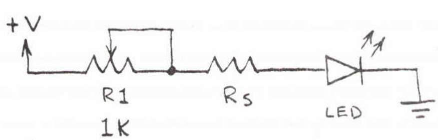
$$Rs = \frac{۵ - ۱/۷}{۰/۰۱} = ۳۳۰ \text{ اهم}$$



به استثنای بعضی مدارات پالسی خاص و تغذیه کننده‌های ICدار LEDها، در بقیه موارد برای محدود کردن جریان جاری در LED، باید از یک مقاومت سری استفاده کرد.

$$Rs = \frac{+V - (V_{LED})}{I_{LED}}$$

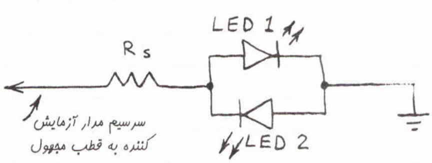
☐ LED با روشنائی متغیر



برای تغییـر جریان جاری در LED , R۱ و به تبع آن روشنائی را تغییر دهید. استفاده از Rs الزامی است(به مدار قبلی هم نگاه کنید).

☐ نشان دهنده قطبیت معمولی

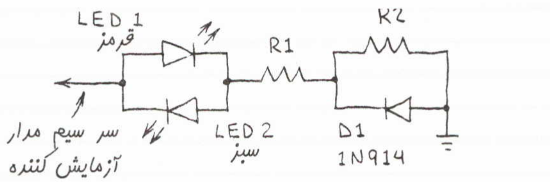
با اسـتفاده از این مدار می‌توان قطب‌های مثبت و منفی یک ولتاژ را مشـخص کرد. استفاده از Rs الزامی است.



LED	+	−	AC (±)
1	روشن	خاموش	روشن
2	خاموش	روشن	روشن

☐ نشان دهندهٔ قطبیت سه حالته

این طرح، مشابه مدار قبلی است با این تفاوت که در شناسائی قطب‌های مجهول، از رنگ‌بندی کامل‌تری بهره می‌جوید.



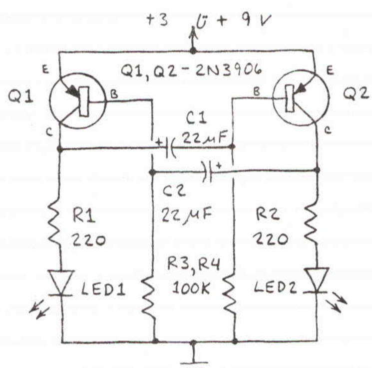
رنگ	VIN
قرمز	+
سبز	−
زرد*	AC(±)

$$R1 = \frac{V_{IN} - (V_{LED2} + 0.6)}{I_{LED2}} \qquad R1 + R2 = \frac{V_{IN} - V_{LED1}}{I_{LED1}}$$

*اگر از LED با دو تراشه[1] استفاده شده باشد.

☐ چشمک‌زن دوگانه با LED

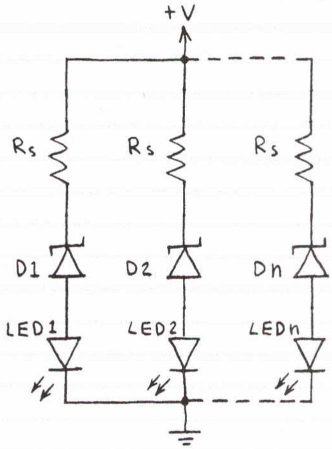
این مدار، یک مولتی ویبراتور آزادگَرد [2] هم نامیده می‌شود. عملکرد آن شبیه فلیپ فلاپی است که خودش را به صورت پی در پی تریگر و راه‌اندازی می‌کند. Q۱ و Q۲ ترانزیستورهای چندمنظوره (مثل ۲N۳۹۰۶ یا ۲N۲۹۰۷ و غیره) هستند. R۱ و R۲ جریان جاری در LEDها را که متناوباً روشن و خاموش می‌شوند، محدود می‌سازند. زیاد کردن مقدار خازن‌های C۱ و C۲، سرعت چشمک‌زدن را کاهش می‌دهد.

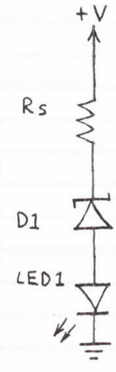


(۱) two chip LED یا LEDهای دورنگ به صورت داخلی دارای دو تراشه مثلا قرمز و سبز هستند. وقتی قطبیت ولتاژ DC داده شده طوری باشد که LED۱ روشن شود، رنگ قرمز و با روشن LED۲، رنگ سبز و اگر ولتاژ AC باشد، چون هر دو به نوبت و با فرکانس زیادی که چشم نمی‌تواند آنها را متمایز کند، روشن می‌شوند، رنگ حاصله زرد (ترکیب سبز و قرمز) به نظر می‌رسد. رایج‌ترین LEDهای دو رنگ: زرد ـ قرمز، قرمز ـ سبز، زرد ـ سبز هستند(م).

(۲) مولتی‌ویبراتوری است که در آن، هر ترانزیستور، بدون نیاز به تغذیه خارجی، متناوباً هدایت کرده و در زمان‌هائی که با ثابت‌های مدار مشخص می‌شود، به حالت قطع می‌رود(م).

☐ نشان دهندهٔ تراز ولتاژ

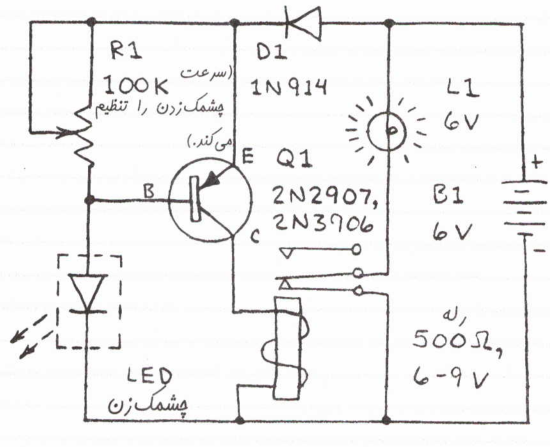




در هر مدار، LED یا LEDها زمانی روشن می‌شوند که V+ به اندازه مجموع Vz یعنی ولتاژ شکست به علاوه V_{LED} برسد. مطمئن شوید که برای هر LED از یک مقاومت سری استفاده کرده‌اید. وقتی از دیودهای زنری که Vz آن‌ها به طور فزاینده افزایش می‌یابد استفاده می‌کنید، مدار سمت چپ می‌تواند به عنوان یک نمایشگر میله‌ای خودنمائی کند. برای Vz های بالاتر، از دیودهای زنر سری شده بهره بگیرید.

☐ LED چشمک‌زن مجهز به رله

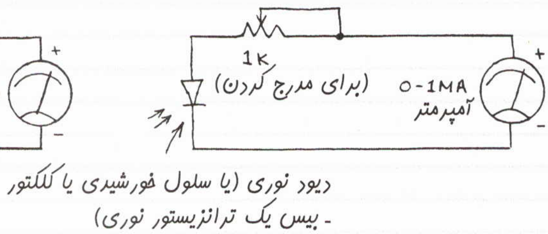
LED چشمک‌زن برای اینکه بتواند در هر ثانیه چندین بار چشمک بزند، از یک آی‌سی داخلی بهره می‌گیرد (قسمت نشان داده شده با خط‌چین). این مدار نشان می‌دهد که چگونه می‌توان از سرعت چشمک‌زدن و انتقال آن به Q۱ کمک گرفته و یک مولد پالس ساده را طراحی کرد که بتواند یک رله و به تبع آن یک لامپ را تحریک و راه‌اندازی نماید. وجود D۱ از آن جهت ضروری است که بتواند ولتاژ LED چشمک‌زن را نزدیک به ۵ ولت نگهدارد.



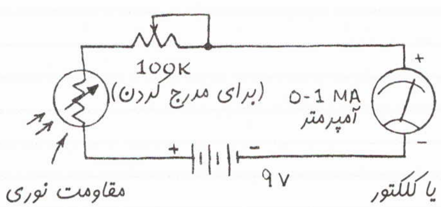
مدارات آشکارسازهای نوری با نیمه‌هادی‌ها

مدارات نورسنج

۱ـ سلول خورشیدی

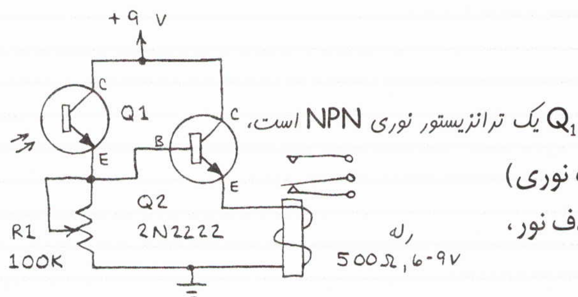


۲ـ مقاومت نوری



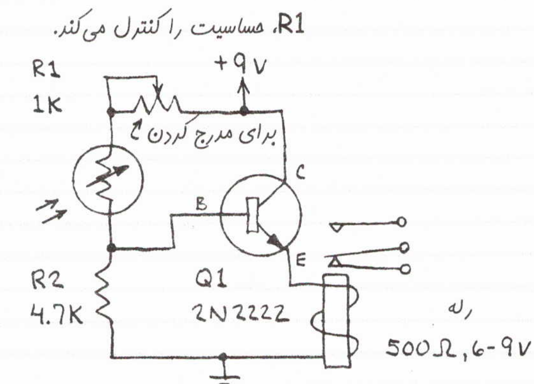
تحریک رله به کمک نور

۱ـ ترانزیستور نوری



سریع‌تر از مدار بعدی (مقاومت نوری) واکنش نشان داده و به مجرد حذف نور، قطع می‌کند.

۲ـ مقاومت نوری

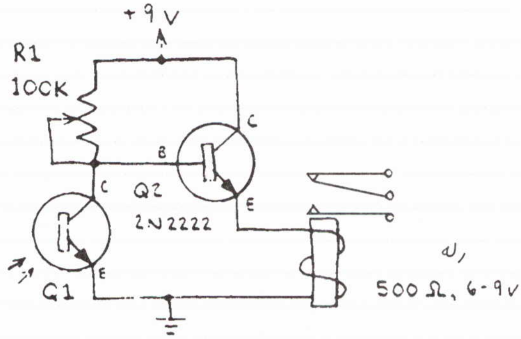


کنتاکت‌های رله تا کوتاه زمانی پس از حذف نور، در حالت تحریک شده باقی می‌مانند.

□ مدارات خلاص کننده رله به کمک نور

۱ـ ترانزیستور نوری

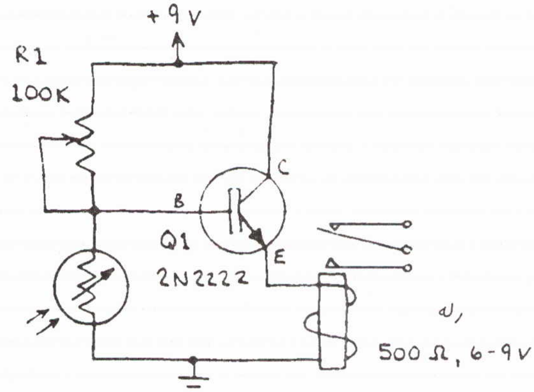
R1، حساسیت را کنترل می‌کند.



وقتی Q۱ در تاریکی باشد، رله در حالت تحریک باقی می‌ماند. روشن کردن Q۱، کنتاکت‌های رله را خلاص می‌کند. برای مدرج‌سازی، از R۱ کمک بگیرید.

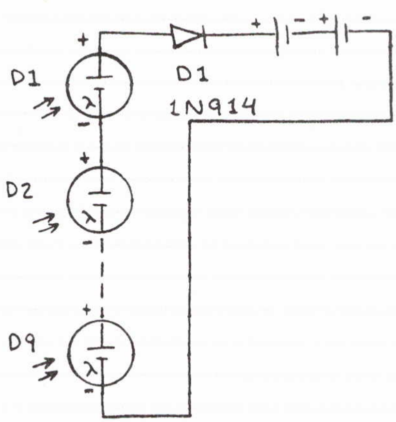
۲ـ مقاومت نوری

R1، حساسیت را کنترل می‌کند.



فقط تا زمانی که مقاومت نوری در تاریکی است، رله در حالت تحریک شده باقی می‌ماند.

□ شارژ کننده باتری با سلول‌های خورشیدی



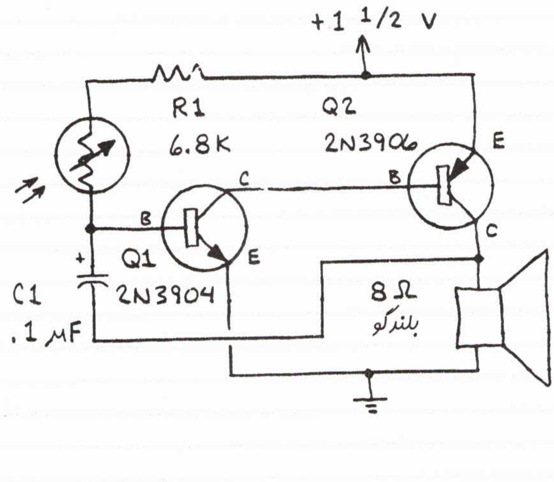
ابتدا، با ذوب کردن لحیم بر روی کنتاکت‌های سلول‌های خورشیدی، سرسیم‌ها را به آنها متصل کنید. تا زمان ذوب شدن لحیم، سیم را به محل اتصال تماس داده و گرما را اعمال کنید. تا انجماد کامل لحیم، سیم‌ها را ثابت نگهدارید. برای پر کردن دو باتری نیکل ـ کادمیوم، از ۹ سلول خورشیدی استفاده نمائید. دقت کنید که جریان جاری از طرف سلول‌های خورشیدی از حد مجاز

باتری‌هـای نیکل _کادمیوم فراتر نرود. با قـرار دادن یک آمپرمتر بین باتری‌های نیکل_کادمیوم و D۱ می‌توانیـد این جریان را زیرنظر داشـته باشـید. برای کاهش جریان، یا از تعداد سـلول‌های خورشیدی کم کنید یا از مقاومت سری بهره بگیرید. وجود دیود D۱ از تخلیه باتری‌های نیکل_کادمیوم در سـلول‌های خورشـیدی، بـه هنگام تاریکی پیشـگیری می‌کنـد. در موقع نصـب و لحیم‌کاری سلول‌های خورشیدی فراموش نکنید که این قطعات خیلی شکستنی و آسیب‌پذیر هستند.

□ نورسنج صوتی (شنیداری)

ایـن مدار جزو سـرگرم‌کننده‌ترین طرح‌های این کتاب اسـت. به جـای Q۱ و Q۲ می‌توانید از ترانزیستورهای PNP و NPN مختلفی استفاده کنید. وقتی شدت نور تابیده شده به مقاومت نوری افزایش می‌یابد، فرکانس تُن منتشر شده از بلندگو بالا می‌رود. مدار بسیار حساس است!

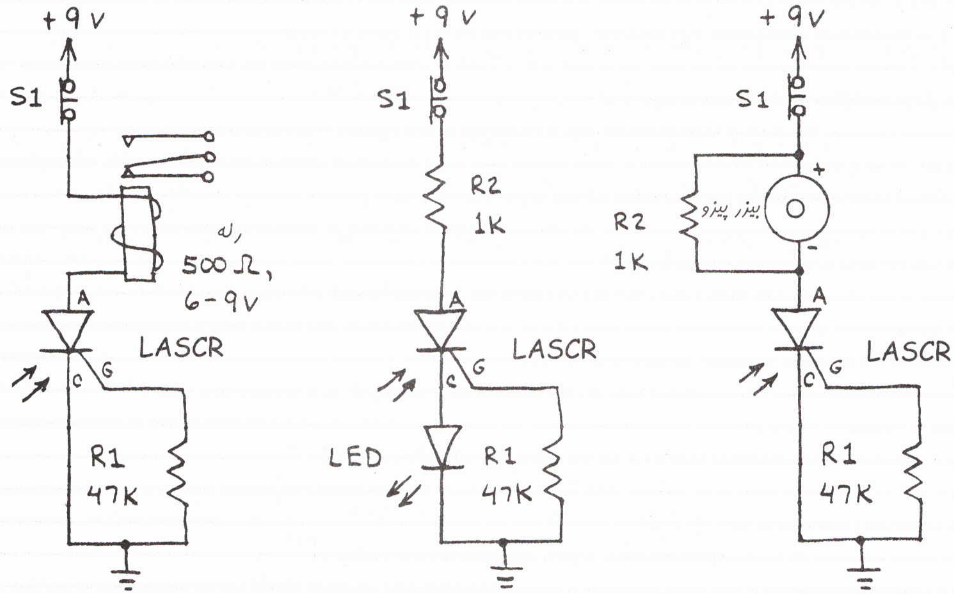
ایـن روش را امتحان کنید: مدار را در یک اتاق تاریک مورد اسـتفاده قـرار دهید تا تُن حاصله آهسته شده و به حد کلیک یا تیک‌های به هم پیوسته‌ای برسد. سپس با استفاده از یک چراغ قوه، پرتوی نور مستقیمی را به مقاومت نوری بتابانید و ...



□ مدارات قفل کننده با تحریک نوری

این مدارات با نور تحریک می‌شـوند. برای قطع LASCR، کلید را باز کنید. حساسـیت بعضی از LASCRها نسبت به نور بسیار بیشتر از بقیه است و بالعکس، حساسیت گروهی دیگر آنقدر کم است که فقط با نور فلاش دوربین عکاسی راه‌اندازی می‌شوند.

۱- بیزر　　۲- LED یا لامپ　　۳- رله





(در محصـولات کارخـانه‌هـای مختلـف ترتیب پایه‌ها ممکن است تغییر کند).

مداراتی با آی‌سی‌های دیجیتال

کار کردن با آی‌سی‌های دیجیتالی بسیار ساده است. چند مدار انتخابی با آی‌سی‌های CMOS و TTL در ادامه آورده شده‌اند.

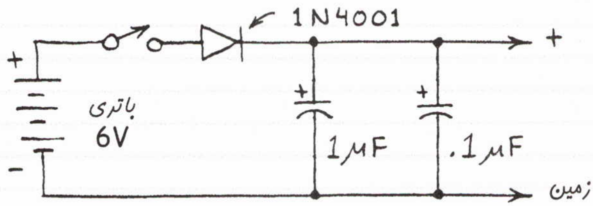
مداراتی با آی‌سی‌های TTL

نیازهای عملیاتی

۱ـ ولتاژ خروجی منبع تغذیه نباید از ۵/۲۵ ولت فراتر رود. به صفحه(۱۹۰) مراجعه یا از مدار زیر را استفاده کنید.

۲ـ ورودی‌ها نباید از ۵/۲۵ + ولت فراتر روند(تأکید مجدد مورد بالا).

۳ـ ورودی‌ها حتماً باید به جائی وصل شوند. هیچ‌کدام از پایه‌های ورودی نباید سرگردان و بلااستفاده بجا مانده باشند.



۴- برای صرفه‌جوئی در مصرف، خروجی گیت‌های بلااستفاده را در وضعیت H قرار دهید. برای مثال: در یک NAND بلااستفاده، یکی از ورودی‌ها را H کنید.

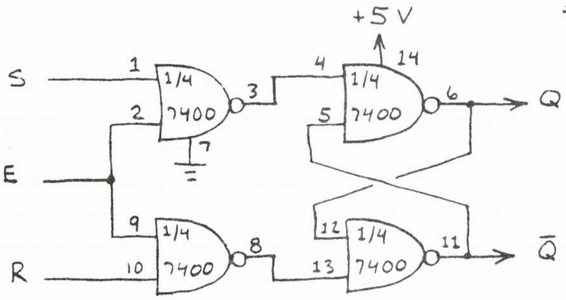
۵ـ از مصرف سیم‌های طولانی در مدار اجتناب کنید.

۶ـ به دو سر سیم‌های تغذیه ورودی به مدار، یک خازن ۱ تا ۱۰ میکروفارادی متصل کنید.

۷ـ در مداراتی که دارای چندین تراشه هستند، به دو سر پایه‌های تغذیه هر کدام از آی‌سی‌ها، یک خازن ۰/۱ میکروفاراد وصل کنید.

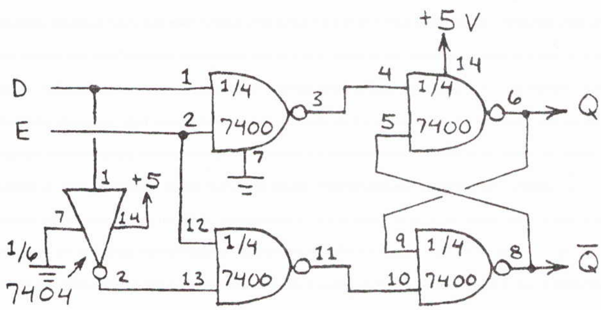
۸ـ فراموش نکنید که مصرف آی‌سی‌های TTL ،از انواع LS یا CMOS بیشتر است.

☐ فلیپ فلاپ RS ساعت‌دار



وقتی فعال‌ساز E، در وضعیت H است، مانند یک فلیپ فلاپ RS عمل می‌کند.

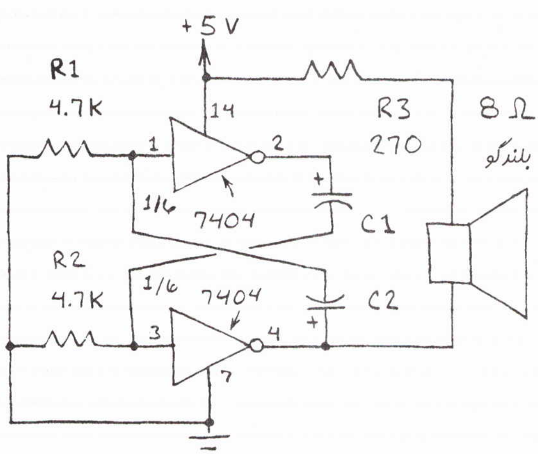
☐ فلیپ فلاپ D



وقتی فعال‌ساز E، در وضعیت H است، Q=D.

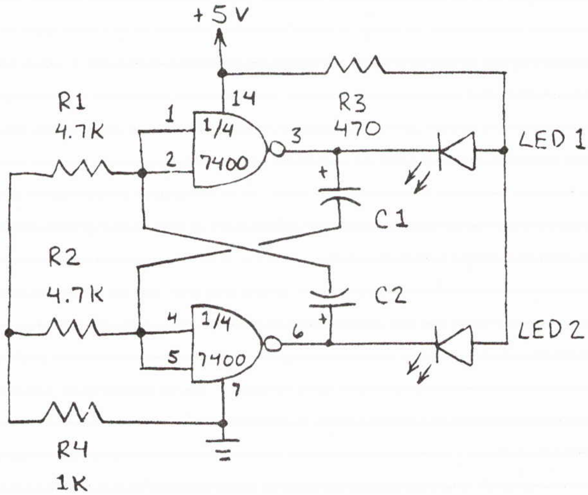
وقتی فعال‌ساز E، در وضعیت L باشد، تغییری رخ نمی‌دهد.

☐ مولد تُن



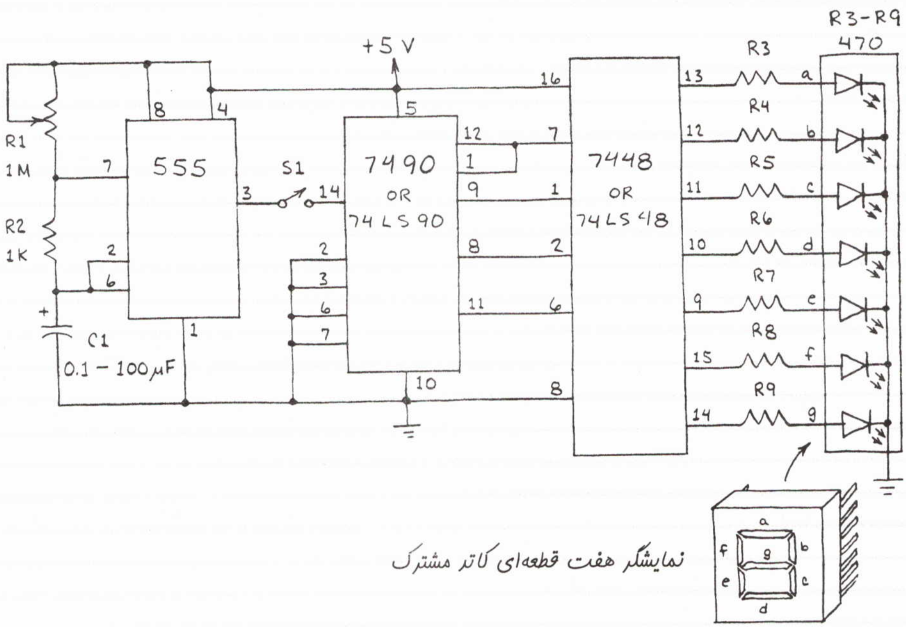
وقتی C1=C2=0.1μF باشد، فرکانس تُن منتشره از بلندگو، ۴ کیلوهرتز خواهد بود.

چشمک‌زن دوگانه با LED



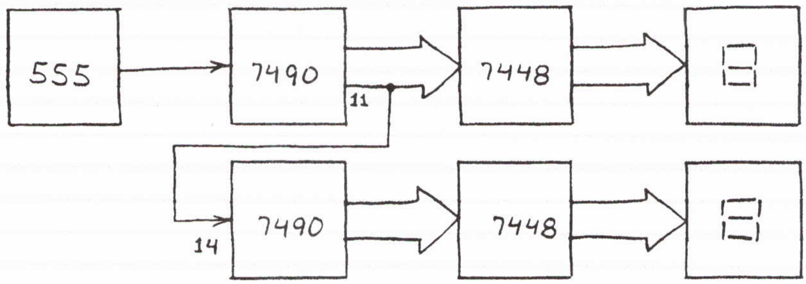
وقتی C۱=C۲=۴۷µF باشد، LED هادر هر ثانیه دوبار چشمک می‌زنند.

تایمر صفر تا ۹ ثانیه (یا دقیقه)



با بستن کلید S۱، پالس‌های خروجی از آی‌سی ۵۵۵، به وسیله ۷۴۹۰ شمرده می‌شوند. آی‌سی ۷۴۴۸، خروجی BCD از آی‌سی ۷۴۹۰ را به ارقام ۷ قطعه‌ای (سون سیگمنت) در روی

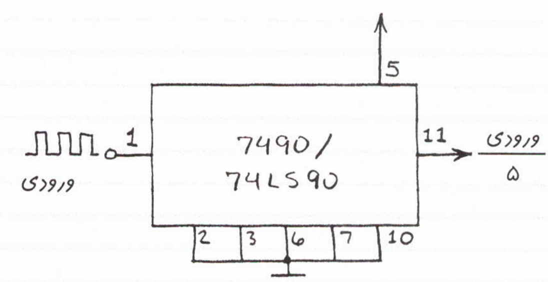
یک نمایشگر LED مبدل می‌سازد. برای کسب سرعت پالس دلخواه، R۱ و C۱ را تنظیم کنید. اگر خواستید اعداد شمارش شده مثلاً دورقمی باشند، مدار را به صورت نشان داده شده در شکل زیر و با استفاده دو آی‌سی ۷۴۹۰ و دو آی‌سی ۷۴۴۸ و یک ۵۵۵ ببندید.



⚠ **نکته ـ مدار ساده بالا، پالس‌های دریافتی از مدارات دیگر را می‌شمارد. برای اینکار ۵۵۵ را حذف کرده و پالس‌هائی با حداکثر تراز ۵ ولت را به ۷۴۹۰ اعمال کنید.**

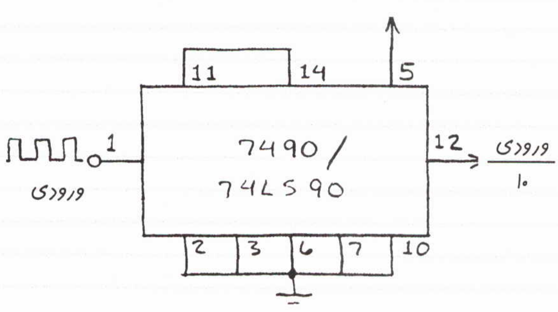
☐ شمارنده تقسیم بر ۵

این مدار، سری پالس‌های ورودی را به ۵ تقسیم می‌نماید. استفاده از آن در ورودی مدار «تایمر صفر تا ۹ ثانیه (یا دقیقه)»، بلامانع است.



☐ شمارندهٔ تقسیم بر ۱۰

این مدار، سری پالس‌های ورودی را به ۱۰ تقسیم می‌نماید. استفاده از آن در ورودی مدار «تایمر صفر تا ۹ ثانیه (یا دقیقه)»، بلامانع است.

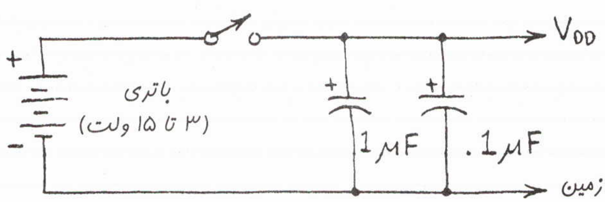




مداراتی با آی‌سی‌های CMOS

نیازهای عملیاتی

۱ـ V_{DD} یا تغذیه مثبت داده شده به یک آی‌سی CMOS می‌تواند بین ۳+ تا ۱۵+ (یا ۱۸+) ولت باشد. ترجیحاً بهتر است برای تغذیه یک آی‌سی CMOS، از باتری بهره بگیرید. در این صورت از مدار زیر استفاده نمائید:



❋ اگر خواستید از منابع تغذیه برقی سود بجوئید، مدارات صفحه(۱۹۰) را ببینید.

۲ـ ورودی‌ها نباید از V_{DD} تجاوز کنند.

۳ـ همه ورودی‌های بلااستفاده باید به V_{DD} یا زمین (منفی مدار) متصل گردند[1].

۴ـ وقتی تغذیهٔ آی‌سی‌های CMOS، قطع است، به هیچ عنوان یک سیگنال ورودی را به آن‌ها اعمال نکنید.

روش نگهداری و جابجائی

۱ـ وقتی جای مناسبی برای نگهداری آی‌سی‌های CMOS ندارید یا در مدار قرار نگرفته‌اند، آنها را طوری که پایه‌های‌شان رو به پائین باشد بر روی یک سینی فلزی یا یک ورقه نازک از فویل آلومینیومی قرار دهید.

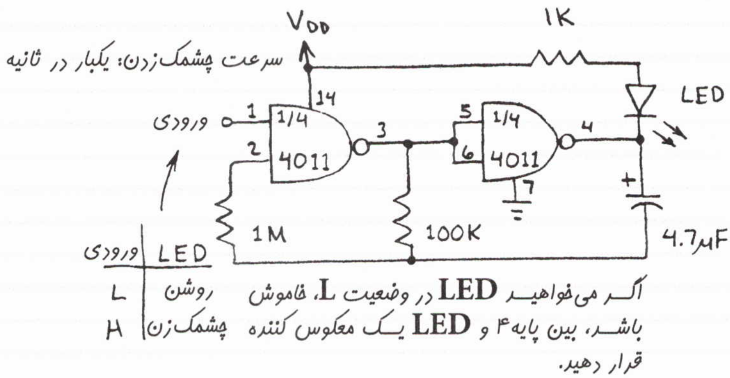
۲ـ هرگز آی‌سی‌های CMOS را در تکه‌های خورد شدهٔ اسفنج یا یونولیت، سینی‌ها یا کیسه‌های پلاستیکی و قطعات فوم که عایق‌های الکتریسیته ساکن هستند، نگهداری نکنید.

۳ـ در موقع لحیم‌کاری پایه‌های این آی‌سی‌ها، مطلقاً از هویه‌های برقی استفاده نکنید. یا از هویه‌های باتری‌دار کمک بگیرید و یا از روش سیم حلقه شده یا سوکت استفاده کنید.

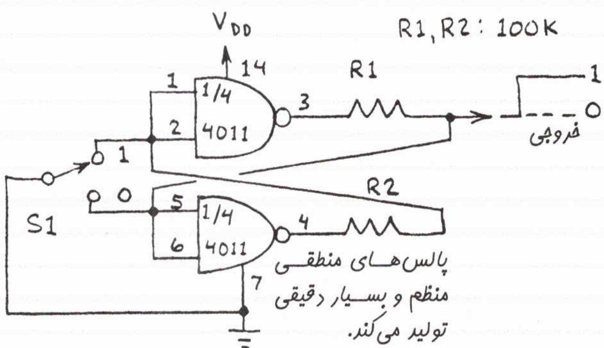
۴ـ قبل از دست زدن به این آی‌سی‌ها، با تماس دست به جسم فلزی که از نظر الکتریکی با زمین در تماس است، کل الکتریسیته ساکن موجود بر روی بدن خود را تخلیه نمائید.

(۱) تراشه‌های CMOS فوق‌العاده حساس هستند. هر پایه‌ای که به V_{DD} یا زمین متصل نیست و به عبارتی سرگردان و بلااستفاده باقی مانده، شبیه یک آنتن عمل کرده و به هر نوسان محیط اطراف بسیار حساس است و باعث بروز خرابی در تراشه می‌شود(م).

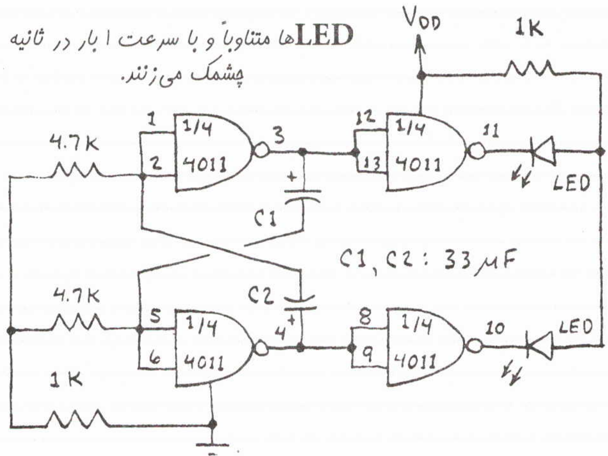
☐ LED چشمک‌زن دیجیتالی



☐ کلید بدون لرزش

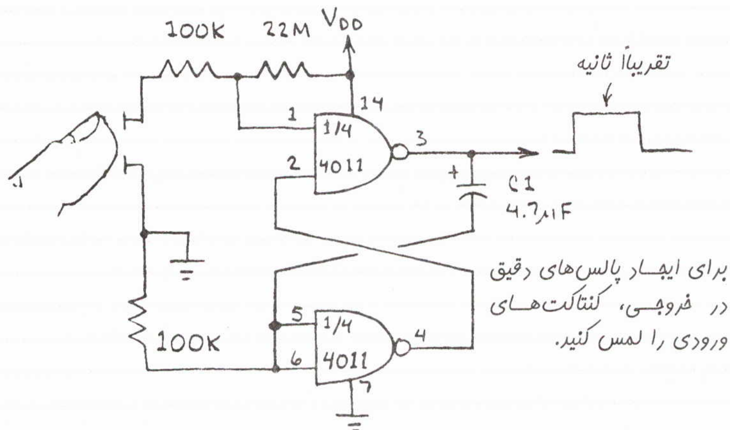


□ چشمک‌زن دوگانه با LED



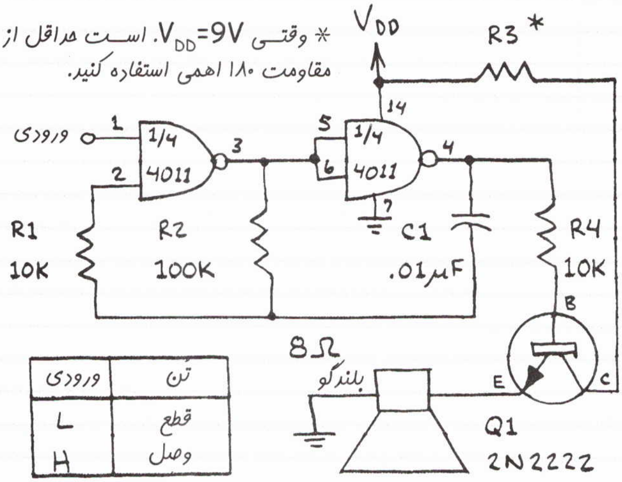
برای تغییر سرعت چشمک‌زدن، اندازه‌های C۱ و C۲ را تغییر دهید.

□ کلید لمسی تک‌ضربه‌ای



C۱، طول پالس خروجی را کنترل می‌کند.

□ مولد تُن دیجیتالی

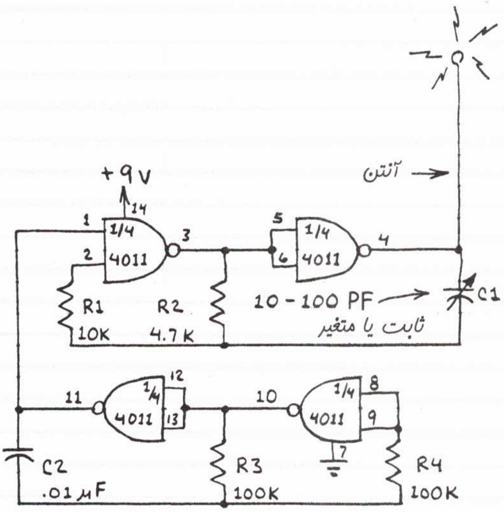


ورودی	تُن
L	قطع
H	وصل

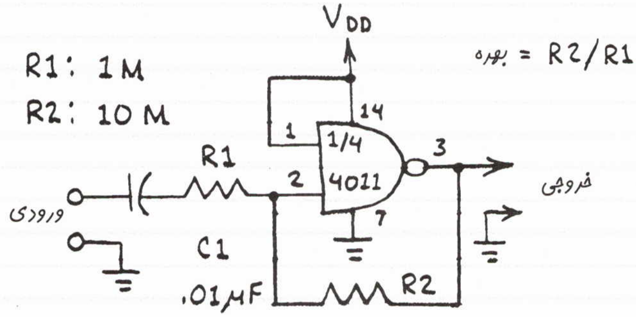
با عناصر نشان داده شده در روی مدار، فرکانس تُن حاصله ۱/۳ کیلوهرتز است. کنترل فرکانس تُن ایجاد شده به عهده C۱ و R۲ می‌باشد. R۳ ولوم یا بلندی صدا را تنظیم می‌کند. سویچینگ ورودی می‌تواند به توسط (VDD/GND) یا یک سیگنال منطقی صورت پذیرد.

□ فرستندهٔ رادیوئی کوچک

این مدار، تُن‌هائی را به رادیوئی که در نزدیکی آن باشد ارسال می‌کند. برای شنیدن تُن، یا موج رادیو را عوض کنید یا اندازه C۱ را تغییر دهید. برای تنظیم C۱ از یک پیچ‌گوشتی عایق کمک بگیرید. C۲، فرکانس تُن حاصله را کنترل می‌نماید. به جای آنتن، از ۶۰ سانتیمتر سیم استفاده کنید.

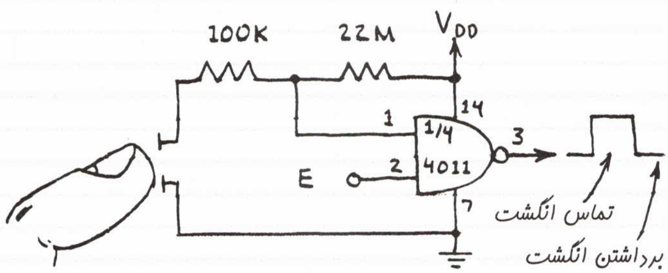


□ تقویت کننده خطی ۱۰ برابری



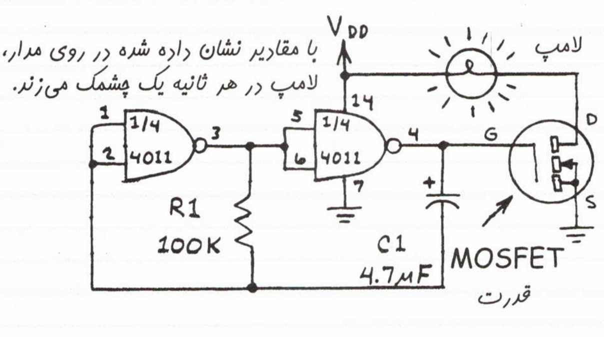
استفاده از یک گیت دیجیتالی در یک نقش غیردیجیتالی!

□ کلید لمسی استاندارد



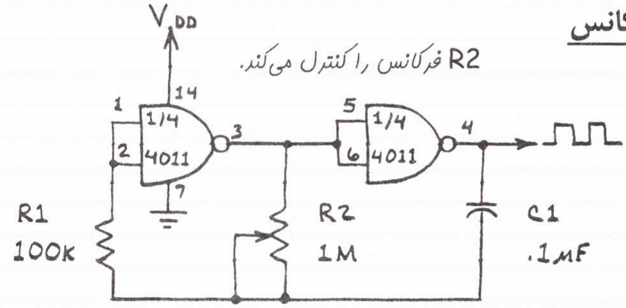
وقتی ورودی فعال‌ساز (*E*)، H است، مدار از خود واکنش نشان می‌دهد.

□ چشمک‌زن با لامپ معمولی



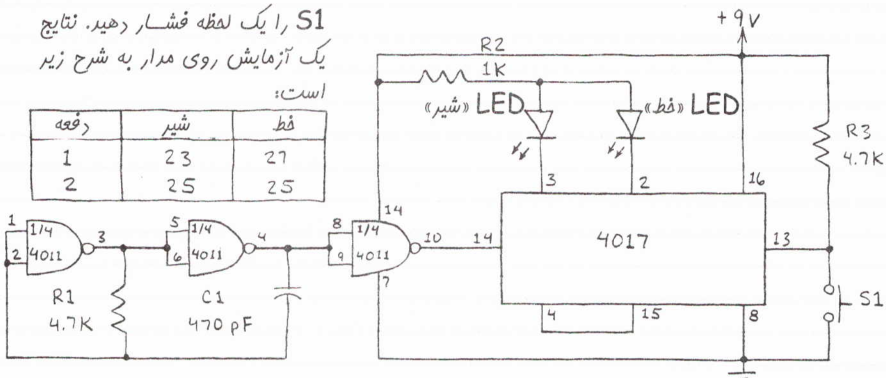
سرعت چشمک‌زدن توسط C۱ و R۱ کنترل می‌شود. استفاده از تغذیه جداگانه برای لامپ بلامانع است.

☐ مولد فرکانس



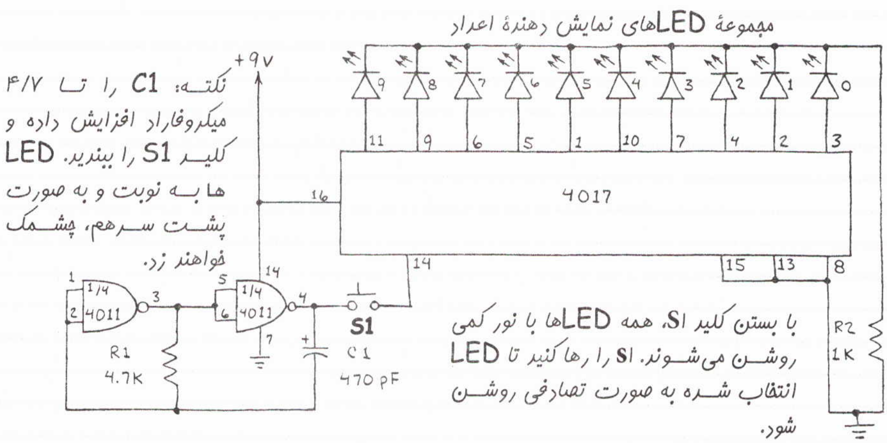
از این مدار جهت تأمین پالس ساعت برای دیگر مدارهای دارای آی‌سی CMOS کمک گرفته می‌شود.

☐ شیر یا خط الکترونیکی

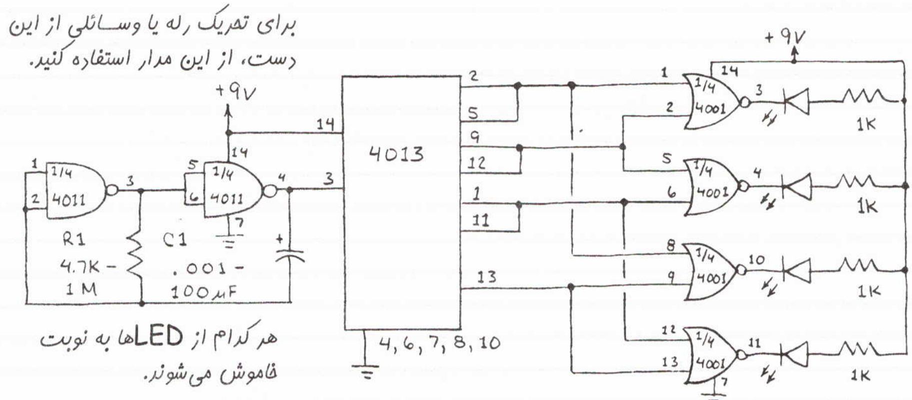


دفعه	شیر	خط
1	23	27
2	25	25

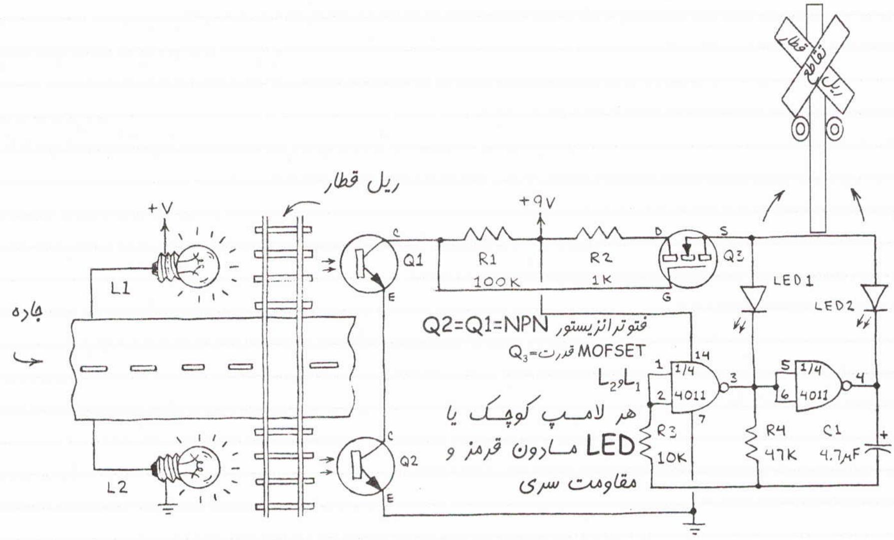
☐ مولد عدد تصادفی



☐ توالی دهندهٔ ۱ از ۴

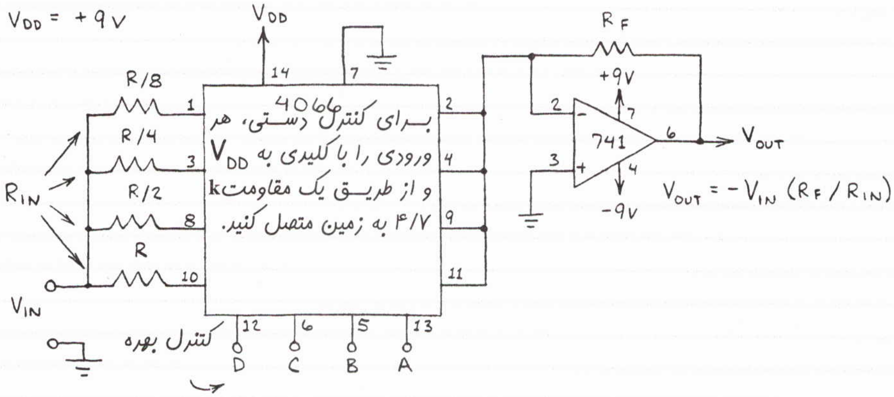


☐ مدل چشمک‌زن هشدار دهنده تقاطع جاده و ریل قطار



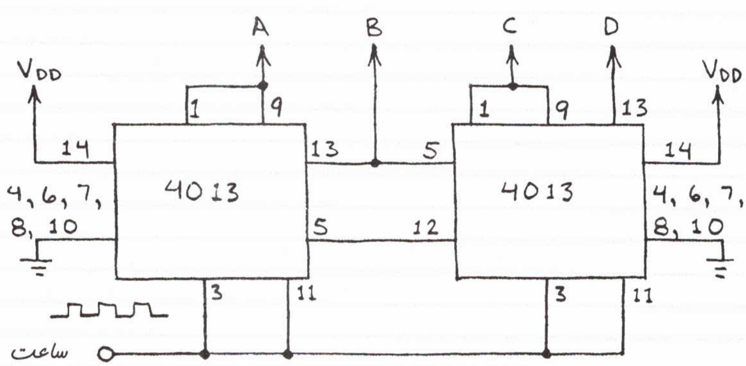
وقتی قطار، پرتوی تابیده شدهٔ نور به یکی از ترانزیستورهای Q1 یا Q2 را قطع کند، LEDها شروع به چشمک‌زدن خواهند کرد. چشمک‌زدن، تا زمانی که قطار به طور کامل از محل تقاطع عبور نکند، ادامه خواهد داشت. برای اینکه نور اتاق باعث راه‌اندازی کاذب ترانزیستورها نشود، آنها را در داخل یک لوله یا غلاف تیره ۲ تا ۳ سانتیمتری جاسازی کنید.

☐ تقویت کننده عملیاتی با بهره برنامه‌پذیر



جهت تغییر R_{IN}، سیگنال‌های کنترلی را به ورودی‌های DCBA اعمال کنید. اعمال سیگنال‌های کنترل کننده 0001 تا 1111، R_{IN} را از R تا $\frac{R}{15}$ تغییر می‌دهد. برای R و R_F، از مقاومت ۱۰ کیلو اهم استفاده کنید.

☐ توالی دهندهٔ «همه ـ روشن» ـ «همه ـ خاموش»



همهٔ خروجی‌ها به ترتیب B,A,D,C,B,A ....،خاموش (L) و سپس روشن (H) می‌شوند. برای چشمگیرتر شدن مدار، خروجی‌ها را به LED متصل کنید. اگر می‌خواهید هر LED، روشنائی خود را به LED مجاور خود بدهد، و در واقع نحوه عملکرد جلوهٔ تصویری مدار عوض شود، پایه ۵ از آی‌سی ۴۰۱۳ اول را به جای پایه ۱۲ به پایه ۱۳ از آی‌سی ۴۰۱۳ دوم وصل کنید.

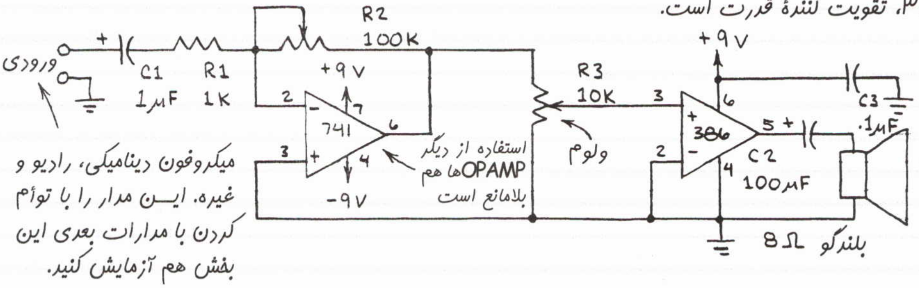
مداراتی با آی‌سی‌های خطی

با این آی‌سـی‌ها می‌توانید مدارهای بسـیار سرگرم کننده‌ای را بسازید. در این قسمت چند تا از آنها ارائه شده است.

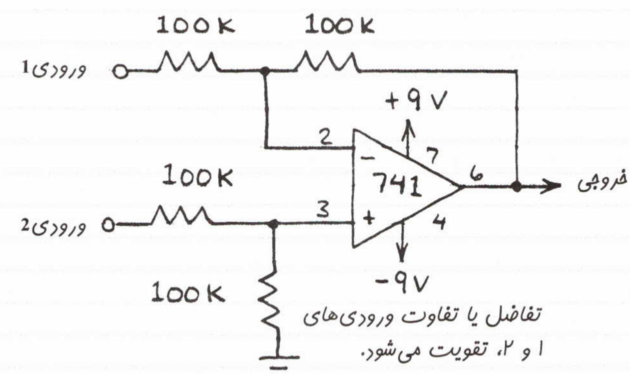
مدارات تقویت کننده‌های عملیاتی (OPAMPها)

تقویت کننده صوتی

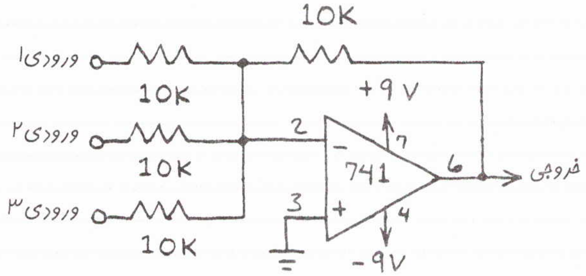
۷۴۱، پیـش تقویت کننده (R۲ بهـره را کنترل می‌کند) و ۳۸۶، تقویت کنندهٔ قدرت است.



تقویت کننده تفاضلی

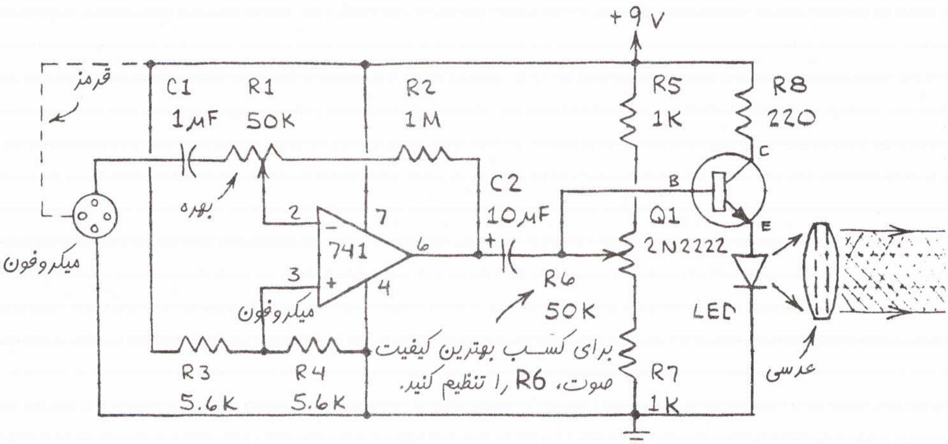


☐ میکسر یا مخلوط کننده



امکان عمل هم زمان ورودی‌های گوناگون وجود دارد. این مدار را می‌توانید با تقویت کننده صوتی بالا، توأم کنید.

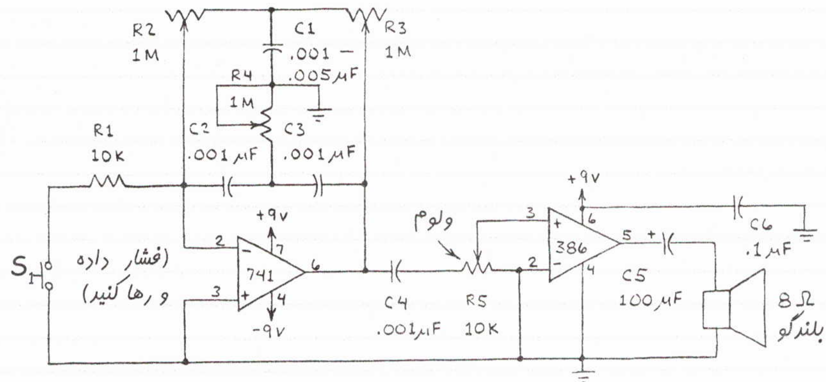
☐ فرستنده صوتی با امواج نوری



میکروفون مصرف شده از نوع کریستالی یا الکترتی[1] است. LED از نوع مادون قرمز می‌باشد. برای اینکه نور منتشر شده از LED را به صورت پرتوی نازک و متمرکزی در آورید، از یک عدسی کمک بگیرید. برای آزمایش، گوشی رادیو را در نزدیکی میکروفون قرار دهید. جهت کسب بهترین صدای دریافتی، R۱ و R۶ را تنظیم کنید.

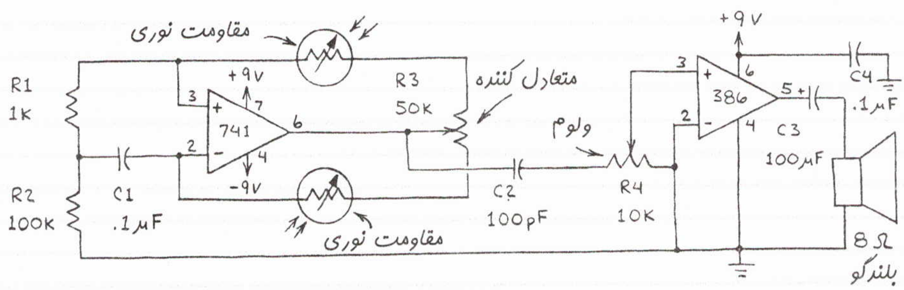
(۱) نوعی میکروفون خازنی که دیافراگم آن الکترت ورقه‌ای باردار از جنس پلی استر یا پلاستیک‌های دیگر می‌باشد که لایه‌ای از طلا روی آن را پوشانیده است. با ارتعاش دیافراگم به وسیلهٔ امواج صدا، بارهای موجود در الکترت‌ها، ولتاژ متغیری را در خروجی ایجاد می‌کنند(م).

☐ سینتی‌سایز رسازهای ضربی (جاز، زنگ[1] و غیره)



R۲ و R۳ را تقریباً در وسـط قرار دهید. R۴ را آنقدر تغییر دهید تا نوسان‌سـازی متوقف شـود. اکنون S۱ را فشار داده و رها کنید. مجدداً R۲ و R۳ و R۴ را تنظیم نمائید. با هر بار تنظیم، صدای منتشره از بلندگو شبیه: زنگ، جاز، دُمبک جفتی[2] و غیره خواهد بود.

☐ مولد تُن زیر و بم حساس به نور



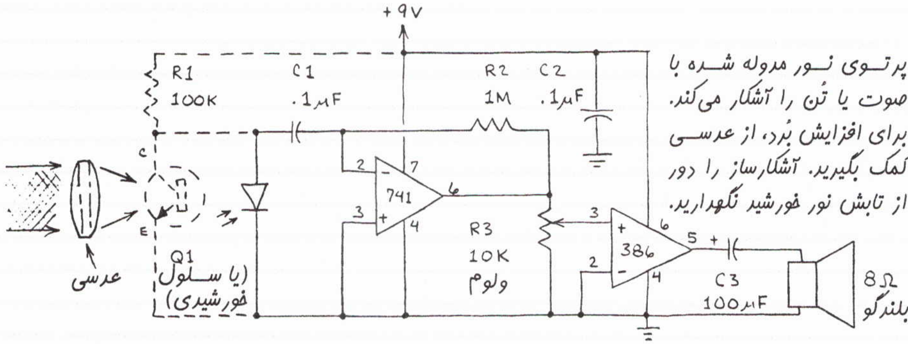
برای تنظم و راه‌اندازی، مدار کامل شده و یک چراغ قوه را به یک اتاق تاریک ببرید و ...

---

(۱) *Bell: آلت موسیقی متشکل از یک سری استوانه که با چکشک چوبی به آن می‌زنند(م).*

(۲) BONGO

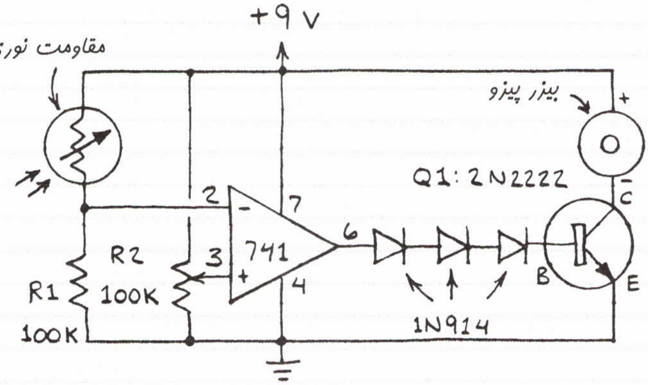
□ گیرنده مخابراتی با امواج نوری



✵آشکارساز: یا از Q۱(ترانزیستور نوری) و R۱ استفاده کنید و یا از یک سلول خورشیدی بهره بگیرید.

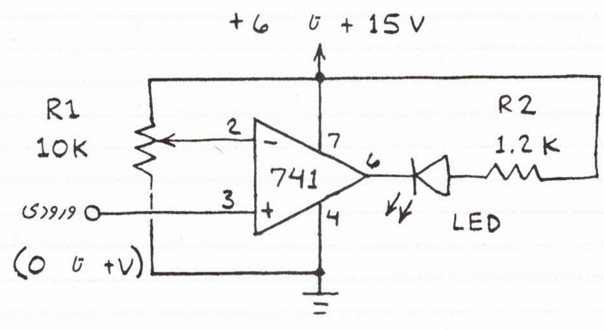
مدارات مقایسه کننده‌ها

نمایشگر تراز نور



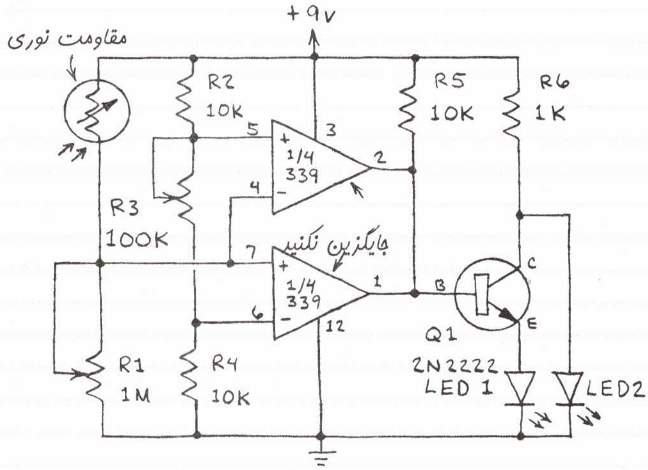
وقتی نور از حدی که با R۲ تنظیم شده کمتر شود، بیزر شروع به کار کرده و صوتی را پخش خواهد کرد. اگر می‌خواهید با زیاد شدن نور، بیزر تحریک شود، جای سرسیم‌های متصل به پایه‌های ۲ و ۳ را عوض کنید.

مونیتور ولتاژ

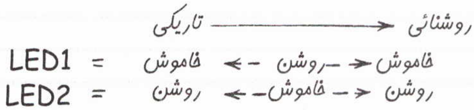


وقتی ولتاژ ورودی صفر است، LED روشن می‌شود. وقتی ولتاژ ورودی به حدی که با R۲ تنظیم شده برسد، LED خاموش می‌گردد. برای اینکه عملکرد مدار معکوس شود(یعنی وقتی ولتاژ ورودی صفر است، LED خاموش باشد و بالعکس)، سرسیم‌های متصل به پایه‌های ۲ و ۳ را جابجا کنید.

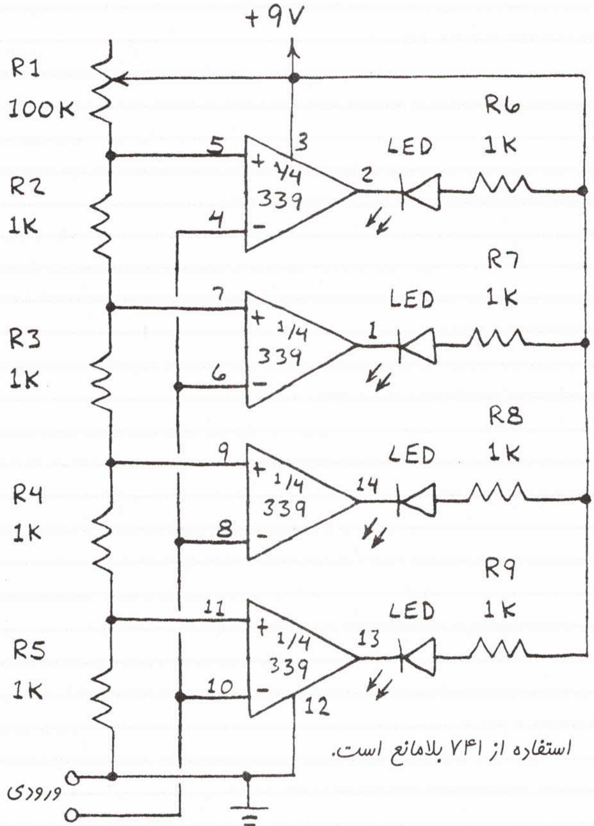
☐ مقایسه کنندهٔ پنجره‌ای



R۱ را تقریباً در موقعیت وسط قرار دهید. LEDها خاموش می‌شوند. R۳ را آنقدر بپیچانید که LED۲ در آستانه روشن شدن قرار بگیرد. در این صورت واکنش مدار به صورت زیر خواهد بود (R۱ و R۳ میزان واکنش را کنترل می‌کنند):



☐ نمایشگر ولتاژ ستونی یا میله‌ای (بارگراف)

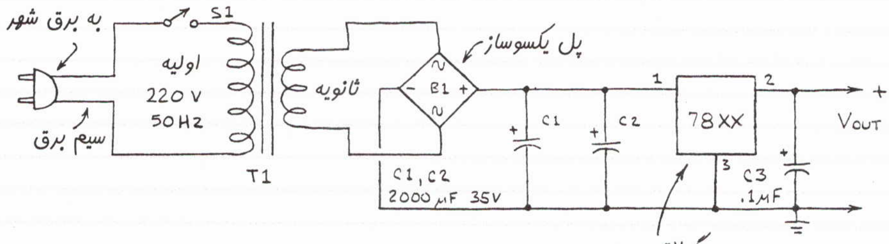


استفاده از ۷۴۱ بلامانع است.

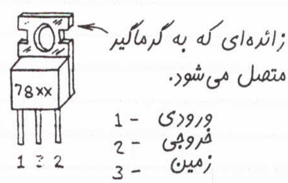
با زیاد شدن ولتاژ، LED ها به نوبت روشن می‌شوند. R۱، حساسیت راکنترل می‌کند.

مدارات رگولاتور ولتاژ

☐ منبع تغذیه برقی با ولتاژ خروجی ثابت



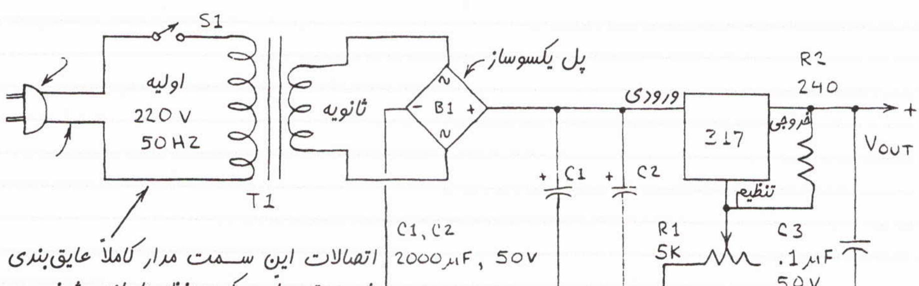
IC	
7805	= 5 ولت
7812	= 12 ولت
7815	= 15 ولت



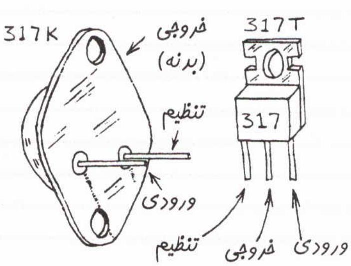
در صورتی که از یک گرماگیر مناسب استفاده شود، این منبع تغذیه ساده قادر است در خروجی مورد نظر، ۱/۵ آمپر جریان را تحمل کند. در این صورت باید از ترانسی که قادر به ارائه جریان و ولتاژ موردنظر باشد استفاده نمائید. اگر تراشه داغ شود، رگولاتور خودبخود قطع می‌کند. برای کسب بهترین نتیجه، بین زائده IC و گرماگیر از یک لایهٔ سیلیکونی کمک بگیرید. تمام اتصالات مرتبط به برق شهر باید به خوبی عایق‌بندی شده یا در یک محفظه سربسته قرار بگیرند.

> احتیاط: این مدارو مدار بعدی با برق شهر کار می‌کنند.

☐ منبع تغذیه با ولتاژ خروجی متغیر

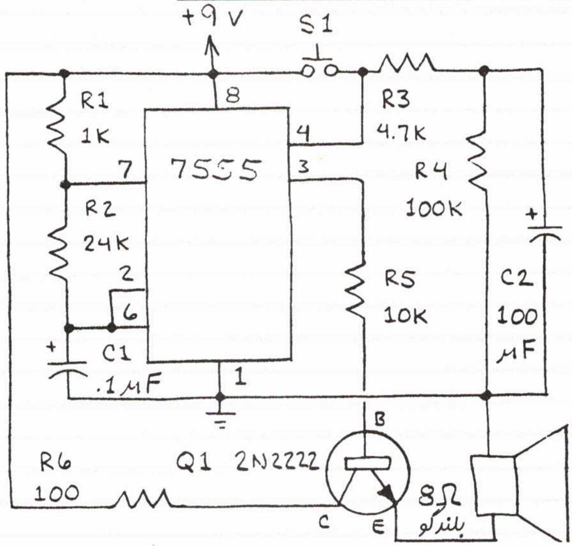


این منبع تغذیه قابل تنظیم قادر به ارائه ولتاژهائی از ۱/۲ الی ۳۷ ولت با حداکثر ۱/۵ آمپر می‌باشد. **R1**، ولتاژ خروجی (V_{OUT}) را کنترل می‌نماید. اگر هر چه تلاش کردید نتوانستید (V_{OUT}) را به ۱/۲ ولت برسانید، شاید **R1** نمی‌تواند تا آن حد که شما می‌خواهید مقاومت خود را کم کند. خروجی ترانس باید حتماً از ۳۷ ولت بالاتر بوده و وات آن به گونه‌ای انتخاب شود که تحمل جریان خروجی ۲ آمپر یا بیشتر را داشته باشد.



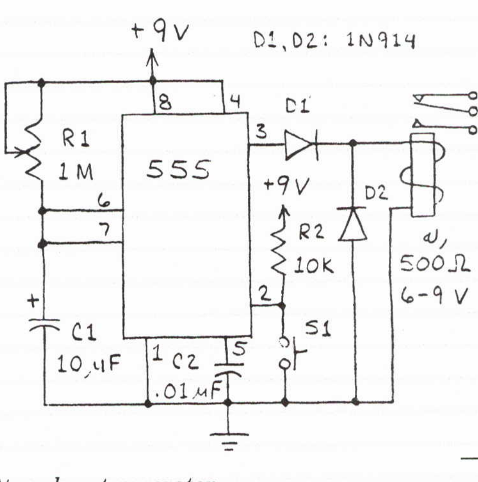
مدارات تایمر

□ مولد تُن برست[1] (پالس جهشی یا ناگهانی)



S۱ را فشار داده و رها کنید. از بلندگو صوت خاصی پخش شده و تا چند ثانیه ادامه خواهد یافت. زمان این تأخیر را C۲ و R۴ کنترل می‌کنند. C۱، فرکانس را کنترل می‌کند. از آنجائی که آی‌سی ۵۵۵ جریان زیادی می‌طلبد، فقط از ۷۵۵۵ استفاده کنید.

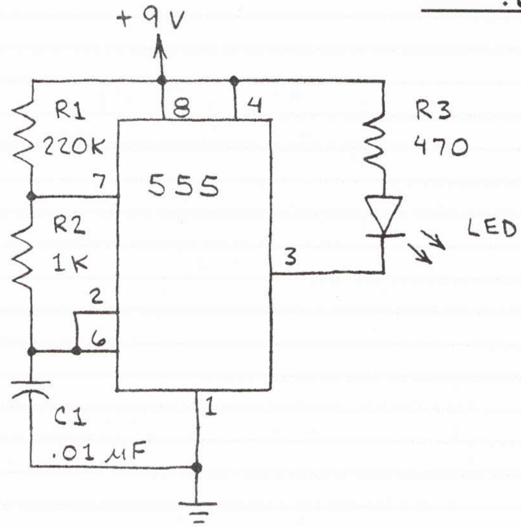
□ تایمر یا زمان‌سنج ساده



برای شروع چرخهٔ زمان‌بندی، کلید S۱را یک لحظه فشار دهید. تا سپری شدن زمان انتخابی، رله در حالت جذب باقی می‌ماند. R۱ و C۱ طول مدت زمان تأخیر را کنترل می‌کنند. برای کسب تأخیرهای طولانی‌تر از خازن‌هائی با ظرفیت‌های بسیار بالا استفاده کنید. این مدار با پالس‌های منطقی هم سازگار است و کار می‌کند.

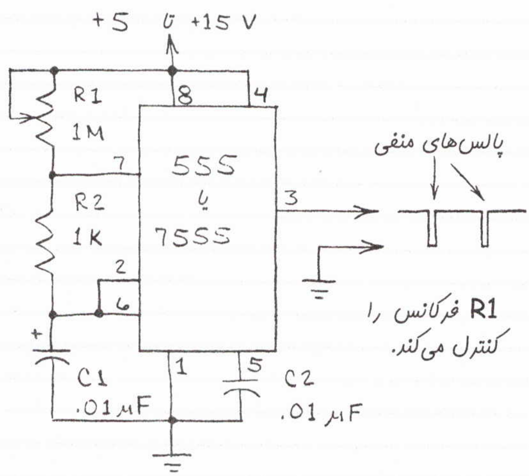
(۱) *tone burst generator*

□ فرستنده تُن با LED



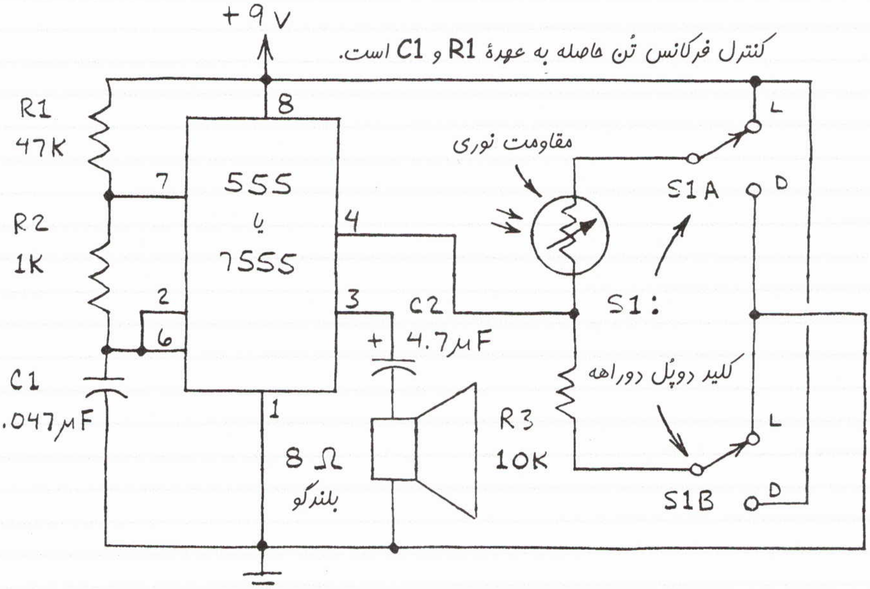
R۱ و C۱ سرعت پالس حاصله را کنترل می‌کنند. با مقادیر داده شده در روی مدار، سرعت پالس ۶۰۰ هرتز است. از این مدار برای آزمایش گیرنده‌های امواج نوری بهره بگیرید.

□ مولد پالس



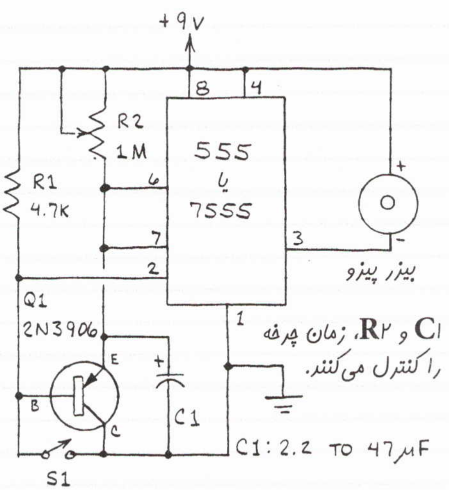
از این مدار برای تأمین پالس‌های مورد نیاز مدارات منطقی دیجیتال و مدارهائی از این دست کمک بگیرید.

☐ آشکارساز «روشنائی ـ تاریکی»



وقتـی S۱ در وضعیت (L) اسـت و نور به مقاومت نـوری می‌تابد، بلندگو، تُن خاصی را پخش می‌کنـد. زمانـی کـه S۱ در موقعیت (D) قرار گرفتـه و مقاومت نوری، تاریکـی را تجربه می‌کند، صدای تُن باز هم از بلندگو به گوش می‌رسـد (توضیح: در این مدار L معرف روشـنائی و D نشـانه تاریکی می‌باشد).

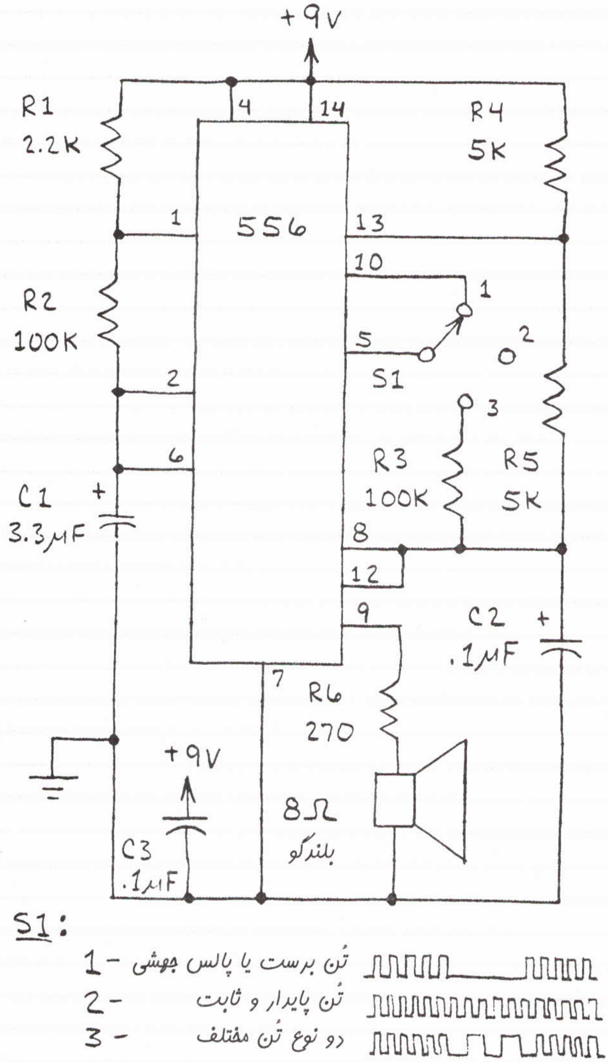
☐ هشدار دهندهٔ رویداد خطا



بـا وصـل شـدن مـدار، ۵۵۵ وارد یک چرخه زمان‌بندی می‌گـردد. بیزر پیزو آنقدر صدا می‌دهد تا قبل از اتمام زمان‌بندی، S۱ بسته شـود. هر وقت خواسـتید می‌توانید با بستن کلید S۱، چرخه عملکرد را «ری‌سِت» کنید.

توجـه: بـه جـای S۱ می‌تـوان از سیگنال رسـیده از یک مدار دیگر کمک گرفت.

مولد تُن سه حالتی



برخی از واژه‌های انگلیسی کتاب و معادل فارسی آنها

A

AC جریان متناوب

AC adapter
آداپتور برقی که با اتصال به برق شهر، ولتاژ AC یا DC مورد نیاز را تأمین می‌کند.

adj یکی از پایه‌های آی‌سی‌های رگولاتور که وظیفه تنظیم را به عهده دارد

alarm زنگ خطر ـ آلارم

amber کهربا

amplifier آمپلی‌فایر ـتقویت کننده

amplitude دامنه

analog آنالوگ (در مقابل دیجیتال یا رقمی) ـ قیاسی ـعقربه‌دار

anode آند ـ قطب یا الکترود مثبت قطعه

antenna آنتن

antenna coil پیچک آنتن ـ کادر آنتن

appliance دستگاه

arrangement — آرایش

assembly — سر هم کردن ـ جمع کردن

attract — جذب

audio — صوتی ـ شنیداری

audio mixer — میکسر یا مخلوط کنندهٔ صوتی

B

back and forth movement — حرکت به عقب و جلو

ballanc control

کنترل متعادل کننده (مثل میزان صوتی که به هر یک از بلندگوهای یک سیستم صوتی استریو هدایت می‌شود.

band — باند ـ نوار

bare — لخت ـ بدون روکش یا روپوش

bargraph readout

نمایشگر میله‌ای که در آن با استفاده از تعدادی دیودهای روشن شده، میزان کمیت مورد نظر مثل جریان یا ولتاژ را می‌سنجند.

bar shaped — تیغه‌ای شکل

base — بیس ـ یکی از پایه‌های ترانزیستور

bcd — سیستم باینری کدبندی شده به صورت اعشاری

beam — باریکه ـ پرتو

bell

یک آلت موسیقی متشکل از یک سری استوانه که با چکشک چوبی به آن ضربه می‌زنند.

bidirectional — دوطرفه

binary

باینری ـ دودوئی ـ سیستم اعداد در مبنای ۲ که تنها از دو عدد صفر و یک استفاده می‌کند.

bipolar — دوقطبی

bit — بیت ـ یک رقم باینری ـ زبانه

blob — لخته

block — مسدود کردن

bobbin — بوبین ـ قرقره

bongo — دُمبک دوقلو یا جفتی (یک آلت موسیقی ضربی)

booster — بوستر ـ تقویت کننده

bounceless switch — کلید بدون لرزش

breadboard

بِردبُرد ـ صفحه مدار آزمایشی از جنس پلاستیک سخت که در روی آن سوراخ‌های متعددی تعبیه شده و قبل از لحیم‌کاری قطعی مدار، مدار اولیه را روی آن جمع می‌کنند. سوراخ‌ها، از پشت صفحه مدار با نظم خاصی به هم ارتباط دارند.

breakdown — شکست

bridge rectifier — یکسوساز پل (متشکل از ۴ دیود)

brightness — روشنائی

bucket brigade operation

یک نحوه روشن و خاموش شدن چندین LED مجاور هم که در طی آن، هر LED روشنائی خود را به LED بعدی داده و خود خاموش می‌شود.

buffer — بافر ـ میانگیر

built in — داخلی

bus — باس ـ خطوط موازی یا گذرگاه انتقال داده‌ها

buzzer — بیزر یا بازر، زنگ الکترونیکی ظریف که فاقد چکشک می‌باشد.

byte — بایت ـ هشت بیت

C

cable — کابل ـ سیم قوی معمولاً شامل ۲ یا تعداد بیشتری هادی

calibration — کالیبراسیون ـ درجه‌بندی ـ مدرج‌سازی

capacitor — خازن

capacity — ظرفیت

carbon — کربن ـ ذغال

cascade — کاسکید ـ زنجیره‌ای

cathode — کاتد ـ قطب یا الکترود منفی قطعه

cell — سلول ـ پیل

charge — بار (الکتریکی)

charging پر کردن (یا شدن) ـ باردار کردن

chip تراشه

chirp generator مولد صدای جیرجیرک

choke چوک ـ یک جور القاگر

circuit board صفحه مدار ـ بُرد مدار

circuit diagram نمودار مداری ـ دیاگرام مداری

clicks کلیک ـ تیک ـ ایجاد یک صدای خاص برای اعلام یک وضعیت

clipper سرچین ـ برشگر

clock
ساعت ـ مداری که جریان ثابت و پایداری از پالس‌ها را برای راه‌اندازی و کنترل مدارهای منطقی تولید می‌کند.

coaxial cable سیم آنتن ـ سیم یا کابل هم محور

code کُد ـ رمز

coil کویل ـ پیچه ـ پیچک

collector کلکتور (یکی از پایه‌های ترانزیستور)

color code کُد یا رمز رنگی (برای مقاومت‌ها و خازن‌ها)

common معمول ـ مشترک

communication مخابرات

compact دَربسته ـ در داخل یک محفظه مناسب جا داده شده ـ جمع و جور

compass قطب‌نما

complex پیچیده

component قطعه ـ عنصر

concave lens لنیز یا عدسی مقعر ـ کاو

conductor هادی

connection اتصال ـ ارتباط

contact محل اتصال ـ کنتاکت

convex lens لنز یا عدسی محدب ـ کوژ

copper pattern
راه یا مسیرهای مسی مدار چاپی که قطعات الکترونیکی روی آنها لحیم می‌شوند.

core هسته ـ میان ـ مغزی

cork
چوب پنبه

count down
شمارش نزولی ـ رو به پائین

counter
کنتور ـ شمارنده

count up
شمارش صعودی ـ رو به بالا

crossing
تقاطع

crystal
کریستال ـ بلور

current
جریان

current meter
آمپرسنج ـ آمپرمتر ـ جریان‌سنج

cycle
سیکل ـ چرخه

D

dark current
جریان تاریکی، جریان بسیار ضعیفی است که وقتی یک دیود نوری در تاریکی قرار دارد، از خود عبور می‌دهد.

data
دیتا ـ داده

date code
رمز تاریخ که زمان ساخت یک قطعه مثلاً آی‌سی را نشان می‌دهد.

data select
انتخاب داده یا آدرس

data selector
داده‌گزین

decimal
دسیمال ـ اعشاری

decoder
دکودر ـ رمزگشا

delay
تأخیر

demultiplexer
دی‌مالتی پلکسر ـ مداری که با آدرس‌دهی می‌توان اطاعات تنها ورودی را به نوبت به چندین خروجی هدایت کرد.

deposite
نشاندن (مثلاً یک لایه)

detector
آشکارساز

device
وسیله ـ دستگاه

D flip flop
فلیپ فلاپ D یا تأخیری

diac
دیاک ـ یک قطعه نیمه‌هادی سه لایه مشابه ترانزیستور پیوندی PNP که فاقد پایه بیس بوده

و از آن در سویچینگ AC استفاده می‌شود.

diaphragm	دیافراگم ـ غشا ـ ورقه نازک و انعطاف‌پذیر
dielectric	دی‌الکتریک ـ ماده عایقی که بین صفحات خازن قرار می‌گیرد.
differentiator	مشتق‌گیر
diffuser	پخش کننده
digit	رقم
digital	دیجیتال ـ رقمی
dimmer	دیمر ـ کم و زیاد کننده نور
diode	دیود
direct current	جریان مستقیم یا DC
discharge	تخلیه
disconnect	قطع اتصال یا ارتباط
display	نمایشگر
dissimilar	غیرهمجنس
diy	مخفف (do-it-yourself) یا دست‌ساز
doping	

تغلیظ ـ آلایش ـ اضافه کردن ترکیبات یا مواد دیگر به یک ماده اولیه در جهت بهبود و تغییر دادن خصوصیات مادۀ پایه، اعمال ناخالصی

drop	افت
dry cell	پیل خشک
DPDT	کلید دوپل دو راهه
DPST	کلید دوپل یک راهه
drain	درین ـ یکی از پایه‌های FETهای پیوندی
driver	درایور ـ راه‌انداز ـ تغذیه کننده
dual in-line package	

یا اختصاراً DIP، یک جور محفظه آی‌سی که دارای دو ردیف پایه‌های موازی در طول آی‌سی است.

E

earphone	گوشی

electrolyte الکترولیت
electrolytic capacitor خازن الکترولیتی
electro magnet آهنربای الکتریکی (غیردائمی)
electron الکترون
electroscope الکتروسکوپ ـ برق‌نما
element المنت ـ قطعه ـ عنصر
emitter امیتر ـ یکی از پایه‌های ترانزیستور
enable-gate گیت راه‌انداز یا فعال‌ساز آی‌سی
enclosure محفظه یا بدنه (دستگاه یا یک وسیله)
encoder
انکودر ـ رمزبر ـ مداری که اعشاری و سایر اطلاعات را با استفاده از گیت‌های OR، به باینری تبدیل می‌کند.
energize راه‌اندازی ـ تحریک
epoxy اپوکسی ـ لایه یا روکش نازک پلاستیکی

F

fall time زمان نزول ـ زمان افت
fast response عکس‌العمل یا واکنش سریع
feedback فیدبک ـ بازخورد ـ پسخورد
ferrite core هسته فریتی
FET ترانزیستور اثر میدان
fiber فیبر ـ تار
field effect اثر میدان
film فیلم ـ لایه نازک
filter فیلتر ـ صافی
fine ظریف
flasher چشمک‌زن ـ فلاشر
flash light چراغ قوه
flat mark
زائده یا بریدگی تخت که در جهت شناسایی یک قطب یا پایه بر روی قطعه ایجاد می‌کنند.

flexible قابل انعطاف

flip flop فلیپ فلاپ ـ دوحالته

float شناور ـ آزاد (بدون اتصال به جائی)

fluctuating نوسانی

foam plastic پلاستیک فوم‌دار

focal کانونی

focus متمرکز کردن ـ جمع کردن در یک نقطه

foil فویل ـ ورقه نازک

forward bias بایاس موافق یا مستقیم

free running آزادگَرد

free running oscilator نوسان‌ساز دائمی

frequency فرکانس ـ بسامد

full wave تمام موج

function generator

فانکشن ژنراتور ـ شکل‌موج‌ساز ـ یک جور مولد سیگنال که انواع شکل موج‌های مختلف را تولید می‌کند.

fuse

فیوز ـ قطعه یکبار مصرف یا دائمی که سر راه مدار قرار داده می‌شود تا در صورت تخلف جریان یا ولتاژ از حد مطمئنه، سوخته یا پریده و مدار را قطع کند.

G

gate گیت ـ دروازه ـ یکی از پایه‌های FETهای پیوندی

gated گیت‌دار ـ دیجیتالی

gauge اندازه ـ اندازه‌گیر ـ پیمانه

general purpose همه کاره ـ چندمنظوره

generator ژنراتور ـ مولد

glitch

نقص فنی جزئی که در تجهیزات الکترونیکی ظاهر می‌شود. جهش تیز و نامطلوب ولتاژ که به شکل لحظه‌ای رخ می‌دهد.

groove شیار ـ شکاف

ground — زمین ـ بدنه ـ نقطهٔ مشترکی از مدار که معمولاً ولتاژ منفی به آن متصل می‌شود.

H

half wave — نیم‌موج

heat sink — هیت سینک ـ گرماگیر

high impedance — مقاومت ظاهری بالا ـ امپدانس بالا

high voltage — های‌ولتاژ ـ ولتاژ خیلی زیاد

hole — حفره

hole-electron pair — زوج «حفره ـ الکترون»

home made — کاردستی ـ دست‌ساز ـ خانگی

house hold line — برق خانگی ـ برق شهر

housing — بدنه ـ پوسته

hum — صدای هوم یا وزوز نامطلوب

I

ideal — ایده‌ال ـ آرمانی ـ مطلوب

ignition coil — کویل جرقه‌زنی (خودرو)

illuminated switch

کلیدی که در حالت بسته یا وصل، با استفاده از یک چراغ سیگنال کم‌مصرف، بدنه آن روشن می‌شود.

impedance — امپدانس ـ مقاومت ظاهری

incandescent lamp

لامپ التهابی که بر اثر عبور جریان برق از یک رشته سیم مقاومتی، ملتهب و نورانی می‌شود.

indicator — اندیکاتور ـ نشانگر

induce — القا کردن

inductance

اندوکتانس ـ القا کُنائی ـ ویژگی یک مدار یا عنصری از مدار در مخالفت با هرگونه تغییر جریان ـ سلف

infrared — مادون قرمز

infrared LED — LED مادون قرمز که از آن برای ارسال اطلاعات استفاده می‌شود.

instant — لحظه‌ای ـ آنی

insulated tool — آچار یا ابزار عایق الکتریسیته

insulator عایق ـ نارسانا

integrated circuit آی‌سی ـ مدار مجتمع

integrator انتگرال‌گیر

intensity شدت

interface فصل مشترک ـ واسط

interrupt قطع کردن

interval فاصله

intrusion alarm

هر جور سیستم حفاظتی که حضور شیء خارجی یا متجاوز را در نزدیکی منطقه حفاظت شده اعلام کند، مثل دزدگیر اتومبیل.

inverse square law قانون معکوس مجذور

inverter اینورتر ـ معکوس کننده

iron filings براده‌های آهن

isolation transformer ترانس جداساز که باعث از بین رفتن خطر برق‌گرفتگی می‌شود.

J

jacket روکش یا روپوش سیم

JK flip flop

یک نوع فلیپ فلاپ به همین اسم که جهت ذخیره‌سازی اطلاعات به کار می‌رود و می‌تواند هم به عنوان فلیپ فلاپ RS و هم به صورت فلیپ فلاپ D عمل نماید.

jumper

جامپر یا پُل یک تکه سیم کوچک است که دو قسمت از مدار را به هم وصل می‌کند. در مدارهای چاپی وقتی قسمتی از مسیر مسی شکسته یا قطع شود با لحیم کردن یک جامپر اتصال را برقرار می‌کنند. در «بِرد بُرد» ها هم برای اتصال سوراخ‌های غیرمتصل به هم، از جامپر استفاده می‌کنند.

junction پیوند ـ پیوندگاه ـ محل تماس دو رسانا یا نیم‌رسانای غیرمشابه

K

knife switch کلید تیغه‌ای

L

lacquer-coated wire — سیم لاکی

laminated — ورقه ورقه ـ متورق ـ لایه لایه

LASCR — SCR فعال شونده با نور

latch — قفل ـ لَچ ـ حافظهٔ یک بیتی

lead — پایه نه چندان نازک قطعات الکترونیکی

leading zero — صفر سمت چپ یک رقم دیجیتالی

leak — نشت

LED display

نمایشگر حاوی دیود نورگسیل که شامل چندین دیود بوده و قادر به نمایش ارقام و حروف می‌باشد.

level — تراز

lever switch

کلید اهرمی که با استفاده از یک اهرم و یک فنردر وضعیت مطلوب (خاموش یا روشن) باقی می‌ماند.

light-activated — فعال شده یا تحریک شده با نور

light emitting diode — دیود نورگسیل

light meter — نورسنج

lightning — برق (قسمت نورانی رعد و برق)

light sensitive material — ماده حساس به نور

light wave — موج نوری

like charges — بارهای همنام

line power — برق شهر

link — رابط ـ اتصال دهنده

liquid crystal display — یا اختصاراً LCD، نمایشگر کریستال مایع

load — بار ـ هر وسیله مصرف کنندهٔ انرژی الکتریکی در مدار مثل لامپ، موتور و غیره

location — مکان ـ موقعیت

logic circuit — مدار منطقی

M

magnet — آهنربا

match هماهنگ ـ سازگار

matter ماده

memory حافظه

memory effect

اثر حافظه، پدیده‌ای است که در مقاومت‌های نوری رخ می‌دهد و به واسطهٔ آن، با حذف نور تابیده شده به مقاومت، زمان قابل توجهی طول می‌کشد تا مقاومت، اندازه واقعی خود در تاریکی را نشان دهد.

mercury جیوه

Metal Oxide Semiconductor نیمه‌هادی اکسید فلزی یا اختصاراً MOS

meter متر ـ وسیله اندازه‌گیری (جریان، ولتاژ و غیره)

metronome مترونوم

mica یک مادهٔ عایق که بین صفحات خازن قرار می‌گیرد

micro wave میکروویو ـ ریزموج

miniature ظریف ـ جمع و جور ـ مینیاتوری

minus منفی

mode حالت ـ وضعیت ـ مود

modular

مدولار ـ خشاب مانند ـ مداری که از قبل و در کارخانه برای یک کار مشخص ساخته شده و در صورت خراب شدن تمام یا قسمتی از آن، تعمیرکار آن را به صورت خشاب از سیستم بیرون کشیده و با نمونه جدید جایگزین می‌کند.

modulation

مدوله سازی ـ مدولاسیون ـ فرآیند تغییر یا اصلاح و بهبود برخی از مشخصه‌های یک موج با موج متناظر دیگر

moist meter رطوبت‌سنج

monitor مونیتور ـ نشان دهنده ـ نمایش دهنده

MOSFET

ترانزیستور اثر میدان که در ساخت آن از نیمه‌هادی اکسید فلزی استفاده شده است.

moveable متحرک

moving coil meter دستگاه اندازه‌گیری با پیچه یا قاب متحرک

multimeter مالتی‌متر

multiple contact switch — کلید چند کنتاکت

multiplexer

مالتی پلکسر ـ مداری که با آدرس‌دهی می‌توان چند ورودی را به نوبت به تنها خروجی هدایت کرد.

multiplier — چند برابر کننده

N

narrow — باریک

nature — ماهیت

N-channel — کانال نوع N یا N کانال

nearby — همجوار ـ نزدیک ـ مجاور

needle — عقربه ـ شاخص

neon lamp — لامپ نئون

network — شبکه

neutral — خنثی

neutron — نوترون

nibble — نیبل ـ چهار بیت

noise — نویز ـ نوفه

normally close switch — کلید فشاری معمولاً بسته

normally open switch — کلید فشاری معمولاً باز

nucleus — هسته

O

offset — جابجائی _ انتقال_افست

one-shot — تک ضربه‌ای

operational amplifier — تقویت کننده عملیاتی«OPAMA»

opposite charges — بارهای غیرهمنام

optical fiber — فیبر نوری ـ تار نوری

optical spectrum — طیف نوری یا اپتیکی

orbit — مدار گردش (مثلاً برای اتم)

orientation — جهت‌یابی

oscillator
اسیلاتور ـ نوسان‌ساز ـ نوسانگر

over heat
بیش از اندازه مجاز، گرم یا داغ شدن

oxide layer
لایهٔ اکسیدی

P

package
بسته‌بندی ـ فرم ظاهری محفظهٔ قطعات الکترونیکی

pad
دایرهٔ نازکی از جنس مس که در اطراف حفره‌های تعبیه شده در صفحه مدارهای سوراخ‌دار، نشانده شده، و پایه قطعه مورد نظر به آن لحیم می‌شود.

paper cone
مخروط کاغذی (بلندگو)

parallel
موازی ـ یک روش انتقال داده‌ها که سرعت زیادی دارد و از طریق هشت باس (سیم یا هادی) انجام می‌شود و در آنِ واحد، یک بایت یا بیشتر منتقل می‌گردد.

part number
شماره قطعه (که معمولاً توسط کارخانه سازنده ارائه می‌گردد)

pattern
الگو ـ نمونه ـ فرم مسیرهای مسی مدار چاپی

pc board
صفحه یا برد مدار چاپی

P-channel
کانال نوع P یا P کانال

peak
پیک ـ قله ـ حداکثر

perfect
کامل ـ بی‌عیب

perforated board
صفحه مدار سوراخ‌دار

periodic
پریودیک ـ دوره‌ای

permanent
دائمی

Phased Locked Loop
حلقه قفل شده فاز یا اختصاراً PLL، آشکارساز فازی است که فرکانس یک اسیلاتور کنترل شده با ولتاژ را با فرکانس سیگنال ورودی مقایسه می‌کند.

photo conductive
نور رسانائی، که در آن، اتم یک دیود نوری با دریافت یک پرتوی نور، رسانا شده و جریان را از خود عبور می‌دهد.

photo darlington
تقویت کننده دارلینگتونی که ترانزیستور ورودی آن یک ترانزیستور نوری است. عملکرد آن

مشابه دیود نوری است که همراه با تقویت کننده دارلینگتون، در یک محفظه قرار گرفته باشد.

photo diode

دیود نوری که با جذب نور، از خود واکنش نشان می‌دهد و معمولاً از سیلیکون ساخته می‌شود.

photo flash — فلاش عکاسی

photon

مقدار انرژی تشعشع یافته مستقلی که رفتاری همچون یکی از ذرات اتم دارد. در یک تشعشع معین، انرژی یک فوتون معادل حاصلضرب فرکانس تشعشع و قدر ثابت پلانک (h) است.

photonic

فتونیک یا الکترونیک نوری شاخه‌ای از علم الکترونیک است که قطعات نیمه هادی را که از خود نور منتشر کرده یا وظیفه آشکارسازی نور را دارند، مورد بررسی قرار می‌دهد.

photo resistor — فتورزیستور ـ مقاومت نوری

photo thyristor — تریستور نوری

photovoltaic — فتوولتائی ـ تولید انرژی الکتریکی در یک قطعه، در اثر تابش نور به آن

pick-up — پیکاپ ـ جمع کننده ـ گرد آورنده

picture tube — لامپ تصویر (تلویزیون)

piezo electric material

ماده پیزوالکتریک ـ ماده‌ای که وقتی در اثر امواج صوتی، تغییر شکل می‌یابد، در آن ولتاژی تولید می‌گردد و بالعکس.

pin — پین ـ پایه قطعات الکترونیکی (مثل آی‌سی)

plastic snow — ذرات یا تکه‌های خورد شدهٔ اسفنج یا فوم که وظیفه ضربه‌گیری دارند.

plus — مثبت

polarity — قطبیت ـ پولاریته

polarization — پولاریزاسیون ـ قطبی شدگی

pole — قطب

poly styrene

پلی استیرن ـ یک مادهٔ آلی که به صورت رزین ترموپلاستیک سنتز می‌شود و در خازن‌هائی با همین نام مصرف می‌گردد.

position — موقعیت ـ وضعیت ـ حالت

potentiometer — مقاومت متغیر ـ پتانسیومتر یا اختصاراً pot

powdered carbon — کربن پودر شده

power — پاور ـ توان ـ قدرت

power amplifier — تقویت کننده قدرت ـ تقویت کنندهٔ اصلی

power line — خط انتقال دهندهٔ قدرت الکتریکی

power rating — توان مجاز

power supply — منبع تغذیه ـ تغذیه

preamplifier — پری آمپلی‌فایر ـ پیش‌تقویت کننده

precise — دقیق

prefix — پیشوند

primary — اولیه (ترانس)

printed circuit — یا اختصاراً PC، مدار چاپی

probes

پروب ـ کاوه ـ سرسیم‌های دستگاه‌های اندازه‌گیری به خصوص مالتی‌تر و اسیلوسکوپ و غیره

programmable — برنامه‌پذیر ـ قابل برنامه‌ریزی

propeller — پروانه ـ پره

protective — محافظ

proton — پروتون

pulse — پالس ـ ضربان ـ تَپ

pulse generator — پالس ژنراتور ـ مولد پالس

pushbutton switch

کلید فشاری (که پس از رها کردن دکمه، به خاطر فنر موجود، به وضعیت اولیه خود باز می‌گردد)

push-on/push-off

کلید فنری که با یکبار فشار دادن بسته شده و در همان حالت باقی می‌ماند. با فشار دادن بعدی، باز شده و در همان حالت خواهد ماند.

Q

quad — چهارتائی

quadrupler — چهار برابر کننده

R

radiation	تشعشع
radio waves	امواج رادیوئی
ramp generator	مولد موج شیب‌دار (مثلاً دندانه اره‌ای)
rated	اندازهٔ مجاز
ratio	نسبت
read out	بازخوانی ـ نمایش اطلاعات خروجی با LED، LCD و غیره
receiver	گیرنده
rechargeable	شارژ شدنی ـ قابل پر کردن
reed relay	رله تیغه‌ای
reed switch	کلید زبانه‌ای یا تیغه‌ای که با واقع شدن در میدان مغناطیسی بسته شده و عمل می‌کند.
reference voltage	ولتاژ مبنا ـ ولتاژ مرجع
reflect	انعکاس ـ بازتاب
reflector	رفلکتور ـ منعکس کننده
region	ناحیه
register	رجیستر ـ ثبات
regulator	رگولاتور ـ تنظیم کننده
relay	رله
remote control	کنترل از راه دور
repel	دفع
reset	ری‌سِت ـ بازنشانی
resonant	تشدید
response	عکس‌العمل ـ پاسخ_واکنش
return spring	فنر برگرداننده
reverse bias	بایاس مخالف یا معکوس
ringing	لرزش نوسانی
rise time	زمان صعود ـ زمان خیز
rocker switch	سویچ یا کلید غلتکی

Root Mean Square — ریشه میانگین مربعی، مقدار مؤثر یا اختصاراً RMS

rosin core solder

سیم لحیم با مغزی حاوی روغن مخصوص لحیم که غیرخورنده بوده و به انجام عملیات لحیم‌کاری مناسب کمک می‌کند.

rotary — گردان ـ دوار

rotating coil — قاب گردان ـ پیچهٔ گردان

flip-flop RS — فلیپ فلاپ RS یا Reset-Set که لَچ هم نامیده می‌شود.

S

sand paper — کاغذ سنباده

sap — شیرهٔ درخت

saw tooth — دندانه اره‌ای

scale — درجه‌بندی ـ مقیاس ـ اِشل

scatter — پراکنده

schottky TTL

یک جور آی‌سی TTL به همین نام که سرعت سویچینگ زیادی دارد و مصرف آن $\frac{1}{5}$ TTL های معمولی است.

screw driver — پیچ گوشتی

secondary — ثانویه (ترانس)

seed — دانه

semiconductor — نیمه هادی ـ نیم رسانا

sensitivity — حساسیت

sensor — سنسور ـ حسگر

serial — سری ـ یک روش انتقال داده‌ها که کُند بوده و به صورت بیت به بیت اجرا می‌گردد.

seven segment — سون سگمنت ـ هفت قطعه‌ای

sharp — واضح ـ دقیق ـ تیز

shell — پوسته

shock hazard — برق گرفتگی

short circuit — شورت ـ اتصال کوتاه

short cut — میانُبر

shunt شانت ـ موازی

shutdown قطع کردن ـ قطع شدن

signal سیگنال

silicon سیلیکون ـ سیلیسیم

Silicon Controlled Rectifier یا اختصاراً SCR، یکسوساز کنترل شده سیلیکونی

sine wave موج سینوسی

single polarity تک قطبی

siren سیرن ـ آژیر

slide

لام (در میکروسکوپ) ، شیشه‌ای که شئ مورد بررسی با میکروسکوپ را روی آن قرار می‌دهند.

slide switch کلید کشوئی که می‌تواند دو حالته یا دارای تعداد وضعیت‌های بیشتری باشد.

small signal سیگنال کوچک

socket سوکت ـ پایه

solar cell سلول خورشیدی

solder لحیم

soldering iron هویه

solenoid سولنوئید - سیملوله

solid state حالت جامد (غیرلامپی) که در ساخت آنها از مواد نیمه‌هادی استفاده می‌شود.

solid wire سیم تک رشته یا مفتولی

sound wave موج صوتی

source منبع ـ سورس (یکی از پایه‌های FET پیوندی)

spark جرقه

SPDT کلید یک پل دوراهه

speaker بلندگو

specifications مشخصات

spectrum طیف

specular reflector منعکس کنندهٔ آئینه‌ای

spike

اسپایک ـ پالس سوزنی ـ ضربه پالسی ـ حالت گذرا و کوتاه‌مدت که دامنهٔ آن به میزان قابل

توجهی بیش از دامنه متوسط پالس یا سگینال عادی است. ضربه کوتاه

spiral مارپیچی

spring return to center off switch

کلیدی که فنری بوده و در حالت عادی، خاموش و در وسط قرار دارد.

SPST کلید یک پل یک راهه

square wave موج مربعی

stage طبقه ـ مرحله

static electricity الکتریسیته ساکن

steady state حالت ماندگار ـ پایدار

steer راهبری ـ هدایت

step down کاهنده (ترانس)

step up افزاینده (ترانس)

store ذخیره کردن

stranded wire سیم افشان، رشته‌ای

stray سرگردان

stroke کورس ـ مسیر حرکت رفت و برگشت

substituting جانشین‌سازی ـ جایگزین کردن

suffix پسوند

switching سویچینگ ـ کلیدزنی

switch_off قطع کردن، شدن

symbol سمبل ـ نشانه ـ علامت اختصاری

symmetrical متقارن

synthesizer سینتی‌سایزر ـ یک ساز برقی که قابلیت اجرای چندین آلت موسیقی را دارد.

synthetic مصنوعی

T

tab زائده ـ دنباله

tantalum

تانتالیوم، عنصر فلزی با عدد اتمی ۷۳ و علامت شیمیائی Ta که در خازن ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

tap
سر اضافی ـ انشعاب ـ میانسر

temporary
موقتی

terminal
ترمینال ـ پایه ـ پایانه

Tesla coil
پیچه یا کویل تسلا ، یک جور ترانس با هسته هوائی با ولتاژ و فرکانس‌هایی که قادر است جرقه‌های طولانی‌مدت در دو سر شکاف جرقه به وجود آورد.

thermistor
ترمیستور ـ مقاومت حرارتی

threshold
آستانه

thumbwheel
گردونه‌ای که به سر پتانسیومتر یا ولوم متصل شده و در دست جای می‌گیرد.

thyristor
تریستور، یک قطعه نیمه هادی با سه پایه که در واقع یک جور کلید حالت جامد محسوب می‌شود و قابلیت تقویت کنندگی ندارد

time base
مبنای زمان

time constant
ثابت زمانی

timer
تایمر ـ زمان‌سنج

timing cycle
سیکل یا چرخهٔ زمان‌بندی

tinned
قلع دار

tip
نوک

toggle
تغییر وضعیت دادن

toggle switch
کلید قطع و وصل (اصطلاحاً کلید الاکلنگی)

tolerance
تُلرانس ـ حدمجاز خطا یا اختلاف با اندازه واقعی

tone
تُن ـ موج صدائی که فرکانس آن در حد شنوائی است

tone burst
تُن ناگهانی یا انفجاری، که در آن یک سری سیگنال منظم با یک وقفه یا دامنه پائین‌تر دنبال شده و به ناگهان، موج بعدی سیگنال‌ها از راه می‌رسند.

tone generator
مولد تُن

touch switch
کلید لمسی

touch tone
صفحه کلید دکمه‌ای مثل چیزی که در روی تلفن‌های تُن دار از آن برای شماره‌گیری استفاده می‌کنند.

transformer ترانس ـ ترانسفورماتور ـ مبدل

transmission line خط انتقال

transmitter فرستنده

transparent شفاف

triac ترایاک، دو SCR که به طور موازی و معکوس به هم وصل شده باشند.

triangle wave موج مثلثی

trigger

تریگر ـ آغاز عملکرد ناگهانی با اعمال پالسی به مدار فرمان ـ اعمال پالس ورودی ضعیفی که باعث جاری شدن ناگهانی جریان اصلی می‌شود.

trimmer

تریمـر، اگر به تنهائی اسـتفاده می شـود: مقاومت متغیر کوچک. اگر بـا لغت خازن به کار رود، خازن متغیر ظریف و کوچک.

tripler سه برابر کننده

truth table جدول درستی (در تحلیل مدارات منطقی)

tubular لوله‌ای شکل ـ استوانه ای شکل

tune تنظیم

tuning coil پیچه تنظیم

U

ultraviolet فرا بنفش ـ ماوراءبنفش

undulating تموجی ـ موجی شکل

unijunction transistor ترانزیستور تک قطبی یا اختصاراً UJT

unwanted ناخواسته ـ نامطلوب

U-shape magnet آهنربای U شکل

V

variable resistor مقاومت متغیر

video ویدئو ـ تصویری ـ دیداری

visible light نور مرئی

voice صدا

voltage division — تقسیم ولتاژ

voltage drop — افت ولتاژ

voltage level indicator — نمایشگر تراز ولتاژ

volume — حجم ـ ولوم (معمولاً در مورد پارامترهای صوتی)

W

wafer — پولک ـ پولکی

wave — موج ـ شکل موج

wave form — موج گونه

wave length — طول موج

waxed paper — کاغذ روغنی یا موم‌آلود

wire — سیم ـ وایر

wire wound — سیم‌پیچی شده

wire wrap connection

اتصال پایه‌های آی سی به سر سیم‌های مورد نظر به روش سیم حلقه شده با استفاده از یک ابزار مخصوص. سیم به شکل حلقه‌های فنری شکل درآمده و پایه‌های آی‌سی را در خود می‌فشرد و دیگری نیازی به استفاده از لحیم‌کاری یا سوکت نیست.

WV

مخفف working voltage یا ولتاژ کار یعنی ولتاژی که در هنگام کار یک مدار، وارد یک قطعه می‌شود.

X

X-ray — اشعه ایکس ـ پرتو X

Z

zener diode

دیودزنر ـ یک جور دیود که در یک ولتاژ مشخص، تحمل آن در برابر انسداد جریان از بین رفته و جریان را از خود عبور می‌دهد.

zero adjustment — تنظیم صفر (مثلاً در مالتی‌متر و غیره)

zinc — روی

ضمائم

برخی از پیشوندهای مهم و توان‌های ده

توان	اعشاری	پیشوند	نشانه	مثال
10^{9}	1,000,000,000	Giga-	G	Gohms
10^{6}	1,000,000	Mega-	M	Mohms
10^{3}	1,000	Kilo-	k	kohms
10^{-3}	0.001	Milli-	m	mA
10^{-6}	0.000,001	Micro-	μ	μA
10^{-9}	0.000,000,001	Nano-	n	nsec
10^{-12}	0.000,000,000,001	Pico-	p	pF

مقادیر استاندارد مقاومت‌های کربنی

در جـدول زیـر K مخفف کیلو به معنای هزار و M نشـانه مگا و معادل یـک میلیون برابر عدد داده شده می‌باشد:

2.2	24	270	3.0 k	33 k	360 k
2.4	27	300	3.3 k	36 k	390 k
2.7	30	330	3.6 k	39 k	430 k
3	33	360	3.9 k	43 k	470 k
3.3	36	390	4.3 k	47 k	510 k
3.6	39	430	4.7 k	51 k	560 k
3.9	43	470	5.1 k	56 k	620 k
4.3	47	510	5.6 k	62 k	680 k
4.7	51	560	6.2 k	68 k	750 k
5.1	56	620	6.8 k	75 k	820 k
5.6	62	680	7.5 k	82 k	910 k
6.2	68	750	8.2 k	91 k	1.0 M
6.8	75	820	9.1 k	100 k	1.2 M
7.5	82	910	10 k	110 k	1.5 M
8.2	91	1.0 k	11 k	120 k	1.8 M
9.1	100	1.1 k	12 k	130 k	2.2 M
10	110	1.2 k	13 k	150 k	2.4 M
11	120	1.3 k	15 k	160 k	2.7 M
12	130	1.5 k	16 k	180 k	3.3 M
13	150	1.6 k	18 k	200 k	3.6 M
15	160	1.8 k	20 k	220 k	3.9 M
16	180	2.0 k	22 k	240 k	4.7 M
18	200	2.2 k	24 k	270 k	5.6 M
20	220	2.4 k	27 k	300 k	6.8 M
22	240	2.7 k	30 k	330 k	8.2 M

اطلاعات ضروری سیم‌ها*

قطر (mm)	مقاومت (Ω/m)	جریان مجاز (mA)	وزن (g/m)
0.025	35.1	2.3	0.000044
0.032	21.4	3.7	0.000072
0.040	13.7	5.8	0.000112
0.050	8.8	9.1	0.000175
0.063	5.5	14.5	0.000278
0.080	3.4	23.4	0.000449
0.100	2.2	36.5	0.000701
0.125	1.4	57.1	0.001096
0.140	1.1	71.6	0.001375
0.160	0.86	93.5	0.001795
0.180	0.68	118.3	0.002272
0.200	0.55	146.1	0.002805
0.250	0.35	228.3	0.004384
0.280	0.28	286.3	0.005499
0.315	0.22	362.4	0.006959
0.400	0.14	584.3	0.011222
0.450	0.11	739.5	0.014203
0.500	0.088	913.0	0.017534
0.56	0.070	1140	0.021995
0.63	0.055	1450	0.027837
0.71	0.043	1840	0.035356
0.75	0.039	2050	0.039452
0.80	0.034	2340	0.044887
0.85	0.030	2640	0.050673
0.90	0.027	2960	0.056810
0.95	0.024	3300	0.063298
1.00	0.022	3650	0.070136

*در این جدول سیم مسی مورد محاسبه قرار گرفته و وزن روکش آن بحساب نیامده است.

شناسائی ظرفیت خازن‌ها از روی نوشتهٔ بدنه آنها

الف ـ در خازن‌های با ۳ رقم و یک حرف (###L):

اعداد اول و دوم، ارقام ظرفیت هستند که عدد سوم باید در آن‌ها ضرب شود. ضریب عدد سوم به این شرح است:

* در صورتیکه عدد سوم صفر باشد، اعداد اول و دوم باید در عدد ۱ ضرب شوند.
* در صورتیکه عدد سوم یک باشد، اعداد اول و دوم باید در عدد ۱۰ ضرب شوند.
* در صورتیکه عدد سوم دو باشد، اعداد اول و دوم باید در عدد ۱۰۰ ضرب شوند.
* در صورتیکه عدد سوم سه باشد، اعداد اول و دوم باید در عدد ۱۰۰۰ ضرب شوند.
* در صورتیکه عدد سوم چهار باشد، اعداد اول و دوم باید در عدد ۱۰۰۰۰ ضرب شوند.
* در صورتیکه عدد سوم پنج باشد، اعداد اول و دوم باید در عدد ۱۰۰۰۰۰ ضرب شوند.

توجه داشته باشید که ظرفیت خازن به دست آمده بر حسب پیکوفاراد می‌باشد.

حروف بکار رفته معرف تلرانس ظرفیت خازن است:

٪۵ = J

٪۱۰ = K

٪۲۰ = L

ب ـ در خازن‌های با ۲ رقم و یک حرف (n## یا p ##):

اعداد اول و دوم ، ارقام ظرفیت هستند. استفاده از حرف p نشانه پیکوفاراد (pF) و به کارگیری حرف n معرف نانوفاراد (nF) می‌باشد.

فهرست الفبایی مدارات

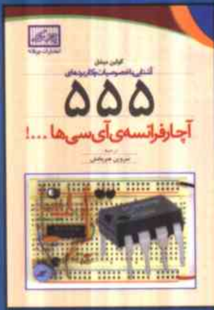
۹۰۰۰ تومان

Forrest M. Mims

Getting Started In Electronics









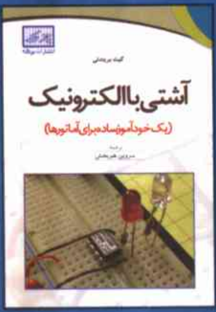














9 789646 463479